COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 21 FÉVRIER 1887.

PRÉSIDENCE DE M. GOSSELIN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE. — *Détermination de la constante de l'aberration. Premier procédé d'observation;* par M. Lœwy.

« Nous allons maintenant faire connaître successivement les propriétés géométriques sur lesquelles reposent les diverses méthodes destinées à l'évaluation de la constante de l'aberration. Nous commencerons par les deux procédés qui, au point de vue théorique, ont un peu moins de rigueur que la méthode générale, mais qui fournissent néanmoins dans la pratique des résultats avec une précision très élevée. Leur application est en outre très importante : elle offre non seulement la possibilité d'envisager le problème d'une manière différente, mais elle fournit encore le moyen de déterminer en même temps, avec une grande exactitude, deux autres constantes physiques, la variation de la réfraction provoquée par un changement dans la température ou par un changement dans la pression atmosphérique.

» En désignant par λ', β' et λ'', β'' les longitudes et latitudes des deux étoiles, par $\lambda = \frac{\lambda' + \lambda''}{2}$ la longitude de la médiane, par p l'angle de la médiane avec la direction du mouvement terrestre, par L la longitude du Soleil, par Δ la distance des deux astres dans l'espace, par γ leur distance angulaire dans le champ de la lunette, par k la constante cherchée de l'aberration, par t le nombre de jours écoulés entre les deux époques conjuguées, par θ la température, par l la différence des lectures effectuées en pointant les deux astres qui paraissent à côté l'un de l'autre dans la lunette et respectivement par m, a, b, d l'effet produit sur la distance par : 1° les mouvements propres des deux étoiles dans un jour sidéral; 2° la variation de la réfraction due à un changement de 1° dans la température; 3° le changement de 1^{mm} dans la pression barométrique, et 4° la dilatation du miroir tenant à un changement de 1° dans la température : alors on aura l'action de l'aberration sur les coordonnées écliptiques, à l'aide des formules connues,

$$d\lambda' = -k\cos(\lambda' - L)\,\text{séc}\,\beta', \qquad d\beta' = k\sin(\lambda' - L)\sin\beta',$$
$$d\lambda'' = -k\cos(\lambda'' - L)\,\text{séc}\,\beta'', \qquad d\beta'' = k\sin(\lambda'' - L)\sin\beta'',$$
$$\cos\Delta = \cos(\lambda'' - \lambda')\cos\beta''\cos\beta' + \sin\beta''\sin\beta';$$

en différentiant cette dernière équation et remplaçant $d\lambda'$, $d\lambda''$ et $d\beta'$, $d\beta''$ par leurs valeurs, on trouve

$$\begin{aligned}\sin\Delta\,d\Delta = {} & k\sin(\lambda' - \lambda'')[\cos(\lambda'' - L)\cos\beta' - \cos(\lambda' - L)\cos\beta''] \\ & + k\sin\beta'\sin(\lambda' - L)[\sin\beta'\cos\beta''\cos(\lambda'' - \lambda') - \cos\beta'\sin\beta''] \\ & + k\sin\beta''\sin(\lambda'' - L)[\sin\beta''\cos\beta'\cos(\lambda'' - \lambda') - \cos\beta''\sin\beta'],\end{aligned}$$

formule qui donne la variation $d\Delta$ de l'arc produit par l'aberration.

» Dans ces formules différentielles ne figurent pas les termes dépendant de l'excentricité de l'orbite terrestre; ces faibles quantités restent constantes pendant toute l'année et sont, par conséquent, indépendantes de L ou de la direction du mouvement de l'orbite terrestre. L'inconnue cherchée s'obtenant toujours par la comparaison de deux mesures l_1 et l_2 faites à deux époques différentes, ces termes ne jouent aucun rôle dans la différence $l_1 - l_2$ et peuvent être entièrement négligés. En observant toujours à la même heure sidérale, comme on le verra plus tard, il est également permis, pour des raisons analogues, de laisser complètement de côté les termes dépendant de l'aberration diurne.

» Nous allons, pour plus de généralité, étudier l'action de l'aberration

sur deux étoiles situées en dehors du plan de l'écliptique, mais ayant la même latitude.

» Posant $\beta' = \beta''$, on a

$$\cos\Delta = \cos(\lambda''-\lambda') - \sin^2\beta'[\cos(\lambda''-\lambda') - 1], \qquad \sin\frac{\Delta}{2} = \sin\frac{\lambda''-\lambda'}{2}\cos\beta',$$

$$\cos\frac{\lambda''-\lambda'}{2}\cos\beta' = \sqrt{\cos^2\frac{\Delta}{2} - \sin^2\beta},$$

$$\sin\Delta\, d\Delta = 2k\cos\beta'\sin\left(\frac{\lambda''+\lambda'}{2} - \mathrm{L}\right)$$
$$\times\left\{\sin(\lambda''-\lambda')\sin\frac{\lambda''-\lambda'}{2} + [\cos(\lambda''-\lambda') - \cos\Delta]\cos\frac{\lambda''-\lambda'}{2}\right\}$$

et

$$(\mathrm{A})\qquad \left\{\begin{aligned} d\Delta &= 2k\cos\beta'\sin\left(\frac{\lambda''+\lambda'}{2} - \mathrm{L}\right)\cos\frac{\lambda''-\lambda'}{2}\,\mathrm{tang}\frac{\Delta}{2}\\ &= 2k\sqrt{\cos^2\frac{\Delta}{2} - \sin^2\beta'}\sin(\lambda - \mathrm{L})\,\mathrm{tang}\frac{\Delta}{2};\end{aligned}\right.$$

d'où

$$d\Delta = 2k\sin\frac{\Delta}{2}\cos p.$$

» On reconnaît immédiatement, par l'inspection de la formule (A), que l'effet de l'aberration est d'autant plus considérable que β est plus faible et Δ plus grand. Si l'on veut baser l'étude sur les observations d'un seul couple d'étoiles, il sera donc préférable de choisir pour ce but deux étoiles zodiacales. En posant $\beta = 0$, on aura alors

$$d\Delta = 2k\sin\frac{\Delta}{2}\sin(\lambda - \mathrm{L}) = 2k\sin\frac{\Delta}{2}\cos p;$$

et, pour deux époques différentes, on obtient les deux équations suivantes

$$l' = 2k\sin\frac{\Delta}{2}\cos p', \qquad l'' = 2k\sin\frac{\Delta}{2}\cos p'',$$

$$(\mathrm{A}')\qquad l'' - l' = 2k\sin\frac{\Delta}{2}(\cos p'' - \cos p').$$

» Pour faciliter la discussion, nous allons supposer que l'on combine deux à deux les observations pour lesquelles p' est égal à environ $180 - p''$; il résulte ainsi

$$(\mathrm{B})\qquad l'' - l' = 4k\sin\frac{\Delta}{2}\cos p'.$$

» En posant $p' = 0$, $p'' = 180°$, l'équation (A') fera connaître pour un couple d'étoiles zodiacales la plus grande variation de l'arc que peut faire

naître l'aberration, et la formule $4k \sin\frac{\Delta}{2}$ fournit pour chaque angle du double miroir $\alpha = \frac{\Delta}{2}$ la valeur numérique de cet effet maximum. Ainsi, pour $\alpha = 45^\circ$ et $\alpha = 60^\circ$, on trouve respectivement

$$l'' - l' = 2\sqrt{2}\,k \qquad \text{et} \qquad l'' - l' = 3,46k.$$

» Comme on le voit, l'aberration exerce sur la distance de deux étoiles une action plus considérable que sur les coordonnées de chaque étoile; au point de vue de la solution rigoureuse du problème, le procédé basé sur la mesure de la distance présente donc une supériorité notable sur la méthode ordinaire reposant sur l'observation de l'une ou l'autre des deux coordonnées d'un astre.

» Dans le cas où $\alpha = 45^\circ$, en posant $p' = 45^\circ$ et $p'' = 135^\circ$, on aura

$$l'' - l' = 2k;$$

comme la variation de $p = \lambda - L$ dépend uniquement de L, de la longitude du Soleil, on voit qu'en effectuant une série d'observations pendant la période où p oscille entre 45° et 135°, on obtiendra des variations notables de l'arc qui, déjà après trois mois, atteindront le double de la constante de l'aberration, résultat qu'on ne peut acquérir qu'après six mois avec la méthode usuelle. On arriverait au même but en commençant la première mesure à l'instant où $p' = 135$ et en effectuant la dernière à l'instant où $p'' = 225$. En vérité, les observations se feront seulement dans cette dernière condition, car on aura alors le grand avantage de pouvoir exécuter tout le travail dans le courant de la soirée. En effet, on a alors

$$p' = \lambda - L = 135^\circ, \qquad \lambda = 135^\circ + L,$$
$$p'' = \lambda - L = 225^\circ; \qquad \lambda = 225^\circ + L.$$

Comme cela est visible maintenant, la médiane se trouve, dans l'intervalle de temps considéré, à une grande distance du Soleil, sa longitude différant de celle de cet astre de 135° à 225°. La valeur du coefficient de k dans l'équation (B) oscillera entre 1 et 2 pour toutes les valeurs de p' comprises entre 135° et $159^\circ,3$; par suite, les observations des vingt-cinq premiers jours combinées avec celles des vingt-cinq derniers jours de la période trimestrielle considérée feront connaître la valeur de la constante avec une très grande précision. On arriverait à des conclusions encore plus avantageuses en adoptant $\alpha = 60^\circ$, mais nous ferons connaître plus tard les règles qui doivent être suivies pour le choix de l'angle α.

» L'étude ainsi effectuée serait d'une rigueur absolue si l'on pouvait considérer l'angle α du double miroir comme un élément invariable; nous allons montrer comment on peut constater l'accroissement ou la diminution $d\alpha$ de l'angle, si toutefois cette quantité $d\alpha$ existe, et en tenir compte avec exactitude. En posant, dans l'équation (A), $\lambda'' = 180° - \lambda'$, $\frac{\Delta}{2}$ sera égal à β' et le facteur $\sqrt{\cos^2\frac{\Delta}{2} - \sin^2\beta}$ s'annule; alors, quelle que soit la valeur de L, on a toujours $d\Delta = 0$. Il en résulte ainsi une conclusion d'une importance fondamentale : « *Lorsque les latitudes des étoiles sont les mêmes et que leurs longitudes diffèrent de* 180°, *le grand cercle qui relie les deux astres échappe, à toute époque, à l'action de l'aberration.* » En observant donc un couple d'étoiles zodiacales, on obtiendra, comme nous l'avons indiqué plus haut, des effets considérables de l'aberration, tandis que la mesure du couple d'étoiles sans aberration fera connaître la dilatation du miroir. Voici la série des équations qu'on obtient en mesurant les deux catégories de couples à deux époques différentes :

Couple d'étoiles avec aberration.	Couple d'étoiles sans aberration.
Première époque.	
$l' = \gamma + 2k\sin\frac{\Delta}{2}\cos p'$,	$l_{,} = \gamma$,
Deuxième époque.	
$l'' = \gamma + 2k\sin\frac{\Delta}{2}\cos p'' + d\theta + mt$,	$l_{,,} = \gamma + d\theta + m't$;

d'où

$$(C)\qquad l'' - l' = 2k\sin\frac{\Delta}{2}(\cos p'' - \cos p') + d\theta + mt,$$

$$(D)\qquad l_{,,} - l_{,} = d\theta + m't.$$

A l'aide de l'ensemble des équations (D) on peut déterminer la valeur de d et m'. Portant la valeur de d dans les équations (C), on obtiendra les valeurs de k et m.

» Dans l'intervalle d'environ quatre mois, la température subit des variations considérables et en combinant, par conséquent, deux à deux les observations effectuées dans l'espace de ces quelques mois, l'influence des mouvements propres sera peu sensible : il sera dès lors permis d'emprunter leurs valeurs aux Catalogues; car ils n'interviennent en moyenne, dans ce

cas, que pour une durée de deux mois environ, moitié de tout l'intervalle de la série des observations considérée; de même, pour le couple d'étoiles zodiacales, il serait absolument superflu d'étendre ses observations au delà de quatre mois, car le coefficient de l'inconnue n'augmente alors que très lentement. On peut donc, pour les mêmes raisons, sans s'exposer à aucune inexactitude appréciable, conclure également à l'aide des éléments déduits des Catalogues. Les équations de condition deviennent alors très simples; on aura ainsi

$$(E) \qquad l'' - l' = 2k \sin\frac{\Delta}{2}(\cos p'' - \cos p') + d\theta,$$
$$l_{''} - l_{'} = d\theta.$$

» Le pôle de l'écliptique se trouvant très rapproché de l'horizon pour les lieux de la Terre voisins de l'équateur, l'observation du couple d'étoiles sans aberration ne pourrait se faire qu'à une hauteur très faible, circonstance très défavorable pour l'exécution du travail; ce premier procédé ne devient réellement très pratique que pour des observatoires d'une latitude supérieure à $\pm 20°$. Il est donc important d'indiquer une méthode basée sur ce même principe et qui échappe à cet inconvénient. Cette seconde méthode, qui peut être utilisée à toutes les latitudes, est entièrement semblable à la première; elle n'en diffère que sur un point secondaire : le mode de détermination du coefficient de dilatation d.

» Pour atteindre le but, on ne fait usage que d'un seul couple d'étoiles, et, au moyen des équations (E), on déduit à la fois les deux inconnues k et d. En examinant de près les conditions physiques, on voit que le coefficient $(\cos p'' - \cos p')$ devient plus faible à mesure que les observations combinées se trouvent plus rapprochées. Au point de vue de l'exactitude, on gagnerait peu en étendant la série des mesures sur l'intervalle complet des trois mois considérés; s'il ne s'agissait que de la valeur de k, il suffirait d'effectuer seulement des observations dans les vingt-cinq premiers et dans les vingt-cinq derniers jours; mais, en mesurant l'arc d'une manière suivie pendant toute la durée de trois mois, on réalise, en vérité, deux séries d'observations dont l'une fait connaître la constante k et l'autre le coefficient d.

» D'ailleurs, on a encore la possibilité de pouvoir déployer une rigueur plus absolue dans la recherche du coefficient d. Pour arriver à ce but, il suffit d'étendre la série des mesures sur un intervalle de six mois et de combiner alors les observations suivant les règles déjà exposées antérieu-

rement dans les *Comptes rendus* du 3 janvier 1887 (p. 22). Toutefois il ne nous semble pas judicieux de suivre cette voie; en agissant ainsi, tout en agrandissant dans une proportion énorme les difficultés d'exécution, on ne gagne que très peu au point de vue de la précision réelle.

» Le second procédé semble au premier abord présenter une légère infériorité sur le premier, en ce sens que la même série d'observations sert à l'évaluation de deux inconnues au lieu d'une seule; mais, en réalité, les deux procédés ont la même valeur, car le second offre à divers points de vue des avantages : il est d'abord applicable dans tous les lieux de la Terre, et, en outre, en l'employant, on a la faculté précieuse de pouvoir opérer de deux manières tout à fait différente. En effet, on peut baser la recherche sur l'observation des deux étoiles situées dans le plan de l'équateur : dans ce cas, l'action de l'aberration sur la distance est encore très considérable; elle est, à un dixième de seconde près, aussi grande que pour un arc placé dans le plan de l'écliptique; mais, en choisissant un couple équatorial, on aura l'avantage de pouvoir rendre la recherche indépendante du tour de vis. Dans cette condition, la trace du plan de réflexion coïncide rigoureusement avec la direction du mouvement diurne et l'on peut alors évaluer la distance entre les deux étoiles équatoriales, directement par l'estime des passages aux fils horaires.

» Dans les observations d'une latitude boréale, l'emploi des deux méthodes sera donc très précieux; car les résultats trouvés ainsi par des procédés différents fourniront un contrôle utile qui permettra alors d'apprécier avec certitude l'exactitude des résultats obtenus.

» Dans une Communication ultérieure, nous examinerons le rôle, d'ailleurs très faible, que joue la réfraction dans ces deux premiers procédés. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur une précédente Communication de M.* Faye, *relative aux trombes marines*. Note de M. **Mascart**.

« En communiquant à l'Académie les curieuses expériences de M. Weyher, je m'étais abstenu d'y ajouter aucune interprétation pour ne pas faire renaître, au sujet des mouvements de l'atmosphère, une discussion qui me semblait épuisée.

» Dans la dernière séance, M. Faye a émis l'opinion que ces expériences n'ont rien de commun avec les trombes; il a rappelé, à cette occasion, la

Notice qu'il a publiée dans l'*Annuaire du Bureau des Longitudes de* 1886 sur les treize tornados des 29 et 30 mai 1879 aux États-Unis.

» Je manquerais peut-être à la déférence que je dois à notre éminent Confrère si je passais sa Communication sous silence. Je me suis empressé de lire cette Notice remarquable avec le plus grand soin dès qu'elle a paru; je n'étonnerai sans doute personne si j'ajoute qu'elle ne m'a pas converti.

» Je n'étais pas autorisé à y répondre dans l'*Annuaire,* et ce n'est pas ici le lieu de la discuter en tous ses points; mais, puisque M. Faye en a cité la Table des matières et un passage important, il me permettra sans doute d'en reproduire un court extrait, dont je viserai surtout la première et la dernière phrase, en les laissant dans leur cadre naturel :

» En ces matières, une erreur de théorie peut avoir les plus graves conséquences. Ce ne sont pas les météorologistes qui ont découvert les lois des cyclones. Ces lois ont été découvertes expérimentalement, en dehors de toute hypothèse, par des navigateurs. Elles consistent surtout en ce que le mouvement de l'air dans les cyclones est sensiblement circulaire; de là vient justement ce nom de *cyclone,* et c'est sur cette circularité de fait que sont basées les règles de la manœuvre qu'un navire doit appliquer en cas de tempête. Or, pour mettre ces lois d'accord avec leur théorie, les météorologistes suppriment le mouvement circulaire et le remplacent par un mouvement centripète légèrement dévié en spirale.

» Si une erreur de doctrine est grave, une erreur sur les faits est assurément plus grave. D'ailleurs, je n'ai pas eu la prétention de défendre ni d'édifier une théorie; j'ai seulement présenté un ensemble de faits qui me paraissaient et me paraissent encore en contradiction formelle avec la théorie de M. Faye.

» L'un d'eux est la convergence du vent dans les cyclones. Quel singulier état d'esprit et quelle discipline extraordinaire doit-on supposer parmi les météorologistes pour que, d'un commun accord et comme par un mot d'ordre anonyme, ils consentent à modifier la direction du vent afin de l'accommoder à une idée préconçue et d'obéir à un préjugé! Mais il n'y a pas là d'interprétation. La pratique de chaque jour et le dépouillement des observations les plus précises montrent qu'autour d'un cyclone, dont le centre ne peut être déterminé autrement que par le minimum barométrique, le vent a toujours une composante centripète.

» Voilà le fait. S'il est contesté et si le mouvement réel est remplacé par un mouvement circulaire, la discussion n'a plus d'objet. Si le fait est ad-

mis, et il a pour nous la clarté de l'évidence, toute théorie valable doit l'expliquer.

» Si M. Faye admettait que le mouvement se communique de haut en bas pendant que l'air monte, ce qui n'est pas contradictoire, les observations à la surface du sol pourraient y trouver leur explication, mais on n'aurait plus le jeu de l'écope hollandaise.

» Puis-je ajouter encore que je n'accepte pas le patronage de toutes les idées que M. Faye attribue aux météorologistes? Telle est, par exemple, la conception d'un tube rétréci comme une trompe d'éléphant par lequel devrait passer tout l'air aspiré des régions inférieures, tuyau qui n'aurait que la consistance d'un simple brouillard et se comporterait néanmoins comme s'il avait les parois rigides d'une cheminée d'usine. M. Faye, à qui j'emprunte ces expressions et dont je crois traduire exactement la pensée, a même imaginé un dialogue agréable entre le professeur qui enseigne cette théorie et l'élève qui se refuse à la comprendre. Je n'ai jamais rien dit de semblable, et j'ignore si une conception aussi étrange a été émise quelque part. »

ZOOLOGIE. — *Sur le développement des Pennatules* (Pennatula grisea) *et les bonnes conditions biologiques que présente le laboratoire Arago pour les études zoologiques.* Note de M. **H. de Lacaze-Duthiers.**

« Au mois d'octobre dernier, étant allé au laboratoire Arago pour y faire des essais de pêche au scaphandre, je trouvai l'un des bacs rempli de magnifiques Alcyonaires dont l'épanouissement indiquait une vitalité parfaite.

» Les Vétrétilles étaient si bien acclimatées qu'elles devaient être, sans aucun doute, aussi belles qu'elles le sont au fond de la mer. Fixées par leur partie dépourvue de polypes, qu'elles avaient fait pénétrer dans le sable du bac, elles se dressaient hautes d'un pied, toutes couvertes de leurs animaux délicats, dont la longueur égalait près de 5^{cm}. Dans un tel épanouissement, elles ressemblent à des colonnes translucides, légèrement colorées en jaune orangé, couvertes d'admirables fleurs animées dont la transparence permet de lire avec pleine clarté au travers de leurs tissus hyalins les détails de leur organisation interne. Quand on observe ces magnifiques animaux, on peut à bon droit être étonné de voir reproduire, par les ouvrages,

des figures aussi incorrectes dans le dessin qu'inexactes par la légende qui les accompagne.

» Les Pennatules et les Alcyons s'acclimatent, tout aussi bien que les Vétrétilles, et s'épanouissent en panaches aussi gracieux par les courbes et les découpures ou les bouquets qu'ils dessinent, qu'éclatants par les couleurs superbes qu'ils revêtent.

» Tous les Alcyonaires, quand les pêcheurs du laboratoire les apportent et qu'ils sont placés dans des vases d'eau fraîche, s'épanouissent pendant quelque temps, mais ils meurent en se contractant et ne laissent que de rares polypes un peu saillants. C'est cette apparence qu'ont les échantillons mis dans l'alcool et conservés dans les musées : elle ne donne aucune idée de l'état des êtres dans la nature ; et cependant c'est elle que l'on voit reproduite et qui, se transmettant de publication en publication, laisse dans l'esprit l'idée la plus fausse de ces êtres, défigurés par l'action des liquides conservateurs.

» Le *Sympodium coralloïdes*, dont les couleurs varient du carmin le plus vif au jaune orangé le plus délicat, à la teinte brique la plus sombre et même au blanc le plus pur, aux transparences les plus grandes, abondait dans les bacs du laboratoire à l'époque dont je parle.

» Lorsque la drague est traînée sur les fonds où vivent ces animaux, elle les meurtrit et les blesse en les arrachant brutalement, soit des couches sableuses dans lesquelles ils s'implantent, soit des rochers sur lesquels ils se fixent. Aussi faut-il, dans le choix des individus destinés aux aquariums, apporter une grande attention, afin de ne point infecter les bacs en y plaçant des êtres dont la mort prochaine déterminerait une putréfaction certaine et rapide.

» C'est pour éviter ces inconvénients, du moins en ce qui concerne un certain nombre d'animaux, que je désirais faire des essais de pêche au scaphandre. Il y a à Banyuls des matelots ayant pêché le corail à l'aide de l'appareil à plonger ; c'était là une condition très favorable aux essais que je voulais tenter, et que je n'avais garde de laisser sans l'utiliser. J'engageai donc l'un de ces matelots, et avec lui les manœuvres furent conduites avec toute la prudence nécessaire.

» J'étais accompagné par six jeunes savants docteurs ou maîtres de conférences et professeurs dans les Facultés des Sciences de Paris, de Rennes, de Nancy et de Montpellier. Chacun voulut essayer de descendre ; mais tous ne purent supporter les conditions fatigantes et pénibles auxquelles

doit se soumettre le plongeur. MM. les Drs Pruvot et François, maîtres de conférences à la Sorbonne et à Rennes, devinrent bientôt des scaphandriers émérites, passant sans fatigue une heure à une heure et demie sous l'eau.

» La côte, dans les environs de Banyuls, au Troc, à Paulille, à Cerbère, à Port-Vendres, fut successivement explorée, et les pêches les plus fructueuses furent faites.

» Il n'en fallait pas être surpris; on a coutume de demander aux grandes profondeurs ou tout à fait à la surface de la mer les animaux qu'on veut étudier. J'ai toujours pensé que, dans une zone moyenne, dans celle qu'il est facile d'explorer sans difficulté avec le scaphandre, à 8^m, 10^m, jusqu'à 20^m, en suivant les falaises sous l'eau, on devait faire des récoltes que ni les filets, ni les dragues ne permettaient de réaliser.

» Dès les premiers essais, on rapporta des Annélides, des Némertes que l'on n'avait jamais recueillis; M. le Dr Pruvot trouva, dans la vase du port de Port-Vendres, un *Brysopsis lyrifera* que nous n'avions pas encore vu.

» Les Gorgones et les Alcyons, enlevés sans blessure en détachant avec eux, à l'aide d'un ciseau à froid, la partie du roc sur lequel ils étaient fixés, s'épanouirent superbement dans les bacs et vécurent aussi bien qu'on pouvait le désirer.

» Ce qui nous étonnait surtout, c'était la fraîcheur des couleurs des Éponges. Ces êtres pullulent sur les talus des roches sous-marines. On sait que leurs tissus délicats s'altèrent facilement; ils se souillent rapidement dans le sac de la drague; aussi leurs couleurs, souvent éclatantes, se voilent-elles et s'altèrent-elles toujours pendant la pêche ordinaire. Les échantillons que nous envoyait le scaphandrier, en faisant hisser son panier et ses flacons, arrivaient avec une vivacité de coloris dont nous n'avions aucune idée en les trouvant au milieu de produits de toute sorte, rapportés par le chalut de nos pêcheurs.

» Dans une publication prochaine, les résultats de ces premiers essais seront énumérés non seulement pour la Zoologie, mais aussi pour la Botanique. M. Flahault, l'actif et éminent professeur de Botanique à la Faculté de Montpellier, s'occupe de la flore marine des Pyrénées-Orientales. Il a obtenu sur les fragments de roches, rapportés par les scaphandriers, des espèces d'Algues fort intéressantes.

» Il y a déjà longtemps que je n'avais entretenu l'Académie du laboratoire Arago, à la création duquel elle s'est si vivement intéressée. Depuis ma dernière Communication, quelques progrès ont été accomplis, la pêche

au scaphandre en est un certainement très important. J'en signalerai encore quelques autres.

» L'une des conditions avantageuses que présente le Laboratoire est celle qui dépend de la facilité avec laquelle vivent les animaux dans l'aquarium.

» Le laboratoire est construit en contrebas des rochers formant le promontoire de Fontaulé; au sommet de ce promontoire est creusé, dans le roc même, un réservoir ou citerne pour l'eau de mer qui doit alimenter les bacs. Ce réservoir étant élevé de 10^m au-dessus de l'aquarium, c'est sous une forte pression que l'eau arrive dans les bassins où vivent les animaux. En outre, la citerne étant située dans les flancs mêmes du rocher, l'eau est à l'abri des variations de température. A l'origine, la citerne n'avait guère que 50^{mc}; dans un voyage antérieur, à l'aide des fonds mis à ma disposition par l'Académie, j'ai plus que doublé le réservoir, qui, aujourd'hui, mesure une capacité de 125 à 130 mètres cubes.

» Sous une pression de 10^m, l'eau est lancée dans les bacs en formant un dard puissant par son passage au travers de tubes de verre effilés à la lampe, dont l'extrémité est rapprochée tout près de la surface de l'eau; l'air est entraîné par le jet en bulles fines et cela en telle quantité que parfois l'eau des bacs devient blanchâtre, tant les bulles de l'air pulvérisé sont nombreuses. L'aération est parfaite et les animaux vivent indéfiniment; aussi leur reproduction et leur développement s'accomplissent-ils facilement et régulièrement.

» C'est à ces bonnes conditions qu'il faut rapporter les succès obtenus.

» Des Étoiles de mer ont vécu plus d'un an dans le même bac. Des Holothuries s'y sont acclimatées et y ont lancé leur semence et leurs œufs, rendant l'eau laiteuse, et la fécondation s'y est accomplie si régulièrement, le développement s'y est continué si normalement que le fond des bacs s'est couvert d'un tapis veloûté, dû aux panaches tentaculaires des petites Holothuries de 2^{mm} et 3^{mm} de long.

» Les Oursins mêmes, le *Melo*, le Diadème ou *Dorocidaris*, celui-ci toujours pêché à 200^m de profondeur, ont vécu cinq et six mois et se sont reproduits. L'embryogénie de ces derniers a été communiquée à l'Académie par M. Prouho.

» Des embryons de Bulles, apportés de la mer par l'eau pompée, se sont développés dans tous les bassins. Ils y ont grandi, sont devenus adultes et ont couvert plus tard les pierres de leurs pontes et de leurs embryons.

» De gros Tritons, des Aplysies, des Doris, etc., ont vécu fort longtemps

sans paraître souffrir; des Annélides et des Bryozoaires, apportés aussi à l'état d'embryons par l'eau, ont pris un développement tel qu'il a été nécessaire de les détruire, afin de ne pas laisser encombrer les bassins et voiler les glaces des bacs.

» Je citerai enfin la *Gorgonia graminea,* qui s'est reproduite et dont j'ai trouvé les jeunes zoanthodèmes hauts de 3^{mm} ou 4^{mm}, composés de deux ou trois zoïtes ou polypes, et fixés sur les pierres du bac; du Corail pêché dans les eaux d'Espagne a vécu plus de deux mois et n'est mort qu'à la suite de l'accident dont il va être question.

» Cette vitalité des animaux, due évidemment à la parfaite aération de l'eau, avait, au commencement d'octobre dernier, favorisé la ponte des Pennatules grises, dont je dirai seulement quelques mots aujourd'hui.

» A cette époque de l'année, les polypes de cet Alcyonaire étaient bourrés d'œufs : ils lançaient des milliers de petits corps blancs sphéroïdes, que les mouvements causés par le jet d'alimentation faisaient tourbillonner dans toute l'étendue du bac. En arrêtant le courant, on voyait les petits corps remonter à la surface de l'eau, où il était facile de les pêcher à la pipette.

» Ces petits globes montraient sous le microscope le fractionnement le plus net et le plus évident. Dans un travail qui sera publié ultérieurement, les conditions présentées par les divisions et subdivisions de l'œuf seront indiquées en les précisant à l'aide de dessins; je rappellerai seulement aujourd'hui un fait. Chez les Coralliaires, le fractionnement n'est pas toujours chose facile à reconnaître. Chez quelques Actinies, on ne l'a pas encore vu, tandis que chez d'autres il est évident. Je l'avais, par exemple, observé au Laboratoire Arago en même temps que M. François chez l'*Adamsia palliata,* qui abonde à Banyuls et dont l'embryogénie sera certainement publiée par le jeune et savant maître de conférences de Rennes.

» Non seulement j'ai observé le fractionnement de la Pennatule avec toute évidence, mais j'ai pu suivre, durant près de deux mois, les larves dérivées des œufs fractionnés. Dans les flacons, de petites dimensions, qui m'avaient servi à les transporter jusqu'à Paris, elles ont pris des formes caractéristiques, elles se sont allongées, ont nagé, comme les larves de tous les Coralliaires, en s'élevant vers la surface du liquide, l'extrémité destinée à devenir la bouche tournée en bas, l'extrémité aborale tournée en haut. Bientôt l'extrémité buccale s'est garnie de mamelons disposés en couronne qui, après quinze jours, se sont tellement allongés en produi-

sant sur leurs deux côtés des appendices, qu'ils ont, avec le nombre 8, caractérisé le type alcyonaire.

» J'ai donc eu de jeunes Pennatules réduites à un seul polype : à l'*oozoïte* allongé de près de 1 centimètre, ayant une couronne de tentacules barbelés mesurant 2^{mm} et nageant ou bien se fixant sur les parois des vases, ayant leur extrémité aborale gonflée en vésicule et formant ventouse.

» En voyant une Pennatule ainsi réduite à l'origine à un seul premier polype simple, on ne peut manquer d'être frappé de l'uniformité de constitution absolue que présentent tous les oozoïtes des Alcyonaires observés jusqu'ici. Cette similitude est complète, et, si quelques légères différences dans les proportions de taille, de couleur, ne venaient aider à les distinguer, on serait fort embarrassé pour reconnaître les espèces et les genres dans ce premier état.

» Les conditions anormales, loin de la mer (à Paris), dans lesquelles j'ai été forcé de continuer l'observation ne m'ont pas permis de suivre mes larves jusqu'à la formation du zoanthodème. Si j'eusse été dans les conditions favorables pendant lesquelles s'était produite la ponte, je ne doute pas que des résultats plus complets n'eussent été acquis; mais, à Banyuls même, les pontes ont été interrompues par suite des accidents survenus à l'installation du laboratoire pendant les tempêtes de l'automne et du commencement de l'hiver : aussi les indications que j'avais données au gardien de l'aquarium n'ont-elles pu être suivies.

» Un moulin automoteur, actionnant une pompe, élevait l'eau dans la citerne du promontoire de Fontaulé et alimentait ainsi les bacs. Plusieurs fois de suite de violentes rafales avaient enlevé les voiles du moulin qui, réparé aussitôt, servait encore; mais, un dernier ouragan l'ayant complètement détruit, la citerne a été tarie; l'eau manquant, les animaux sont morts, et les bacs sont aujourd'hui vides.

» En ce moment, une petite pompe à main donne l'eau strictement nécessaire à la vie de quelques animaux servant au travail des personnes faisant des recherches. Mais l'aquarium n'offre plus l'animation que lui donnaient ses bacs naguère si richement et magnifiquement peuplés.

» Après trois années de réparations continuelles et fort coûteuses, je dois renoncer au moulin automoteur et acheter une machine à vapeur que j'irai faire installer dans le mois de mars prochain, après avoir fini mon Cours à la Sorbonne.

» Les dépenses de cette installation seront élevées, et pour les couvrir j'ai dû recommencer une vraie campagne de sollicitations. Je n'ai encore

pu recueillir qu'une partie de la somme nécessaire à l'acquisition de la machine et à son installation. Si les démarches et les demandes deviennent pénibles avec l'âge qui arrive, elles n'en laissent pas moins une impression aussi encourageante qu'agréable quand, ainsi que cela vient de se produire, elles sont suivies d'un empressement aussi grand que celui qu'ont mis pour me venir en aide quelques amis généreux de la Science bien connus de l'Académie. »

BOTANIQUE. — *Les plantes montagnardes de la flore parisienne* (¹).
Résumé de la deuxième Partie; par M. A. Chatin.

« J'ai établi, par des relevés faits dans un assez grand nombre de localités de la région parisienne, la présence, dans ces localités, d'une importante florule montagnarde, à laquelle je suis remonté, la suivant dans les Alpes, les Pyrénées, les Vosges et sur le Plateau central, constatant partout (soit dit en passant) la fixité des caractères spécifiques essentiels dans les conditions d'*espace* les plus diverses (²).

» J'ai indiqué, en outre, que les espèces de montagne vivant dans nos plaines du Nord y occupent de préférence certaines stations réunissant des conditions physiques compensant celles qu'elles trouvent dans leur habitat alpestre.

» Restait à rechercher, quant à son origine, si notre florule alpestre est le produit de migrations parties des massifs montagneux ou si, au contraire, elle représente une végétation autochtone. Ici les recherches présentent d'autant plus de difficultés, que la solution doit être demandée non seulement à la période historique, mais aussi et surtout aux temps antérieurs à l'existence de l'homme.

» Parmi les motifs à l'appui de la colonisation, on pourrait invoquer celui-ci, que souvent un certain nombre de plantes alpestres vivent à la fois sur un même point, de la région parisienne d'une part, des Alpes d'autre part, comme si, parties ensemble de ces dernières, elles avaient marché de conserve et nous étaient arrivées sans jamais se désunir dans leur long et, sans doute, lent trajet. C'est ainsi qu'on trouve à Fontainebleau les espèces suivantes : *Laserpitium gallicum, Amelanchier vulgaris, Rosa pim-*

(¹) *Comptes rendus*, séance du 18 octobre 1886.
(²) On verra plus loin que la même fixité de l'espèce se retrouve dans le *temps*.

pinellifolia, Trifolium montanum, Arenaria grandiflora, Geranium pyrenaicum, Epipactis atrorubens, Carex digitata et *C. montana, Stipas pennata, Botrychium Lunaria*, qui vivent en communauté sur plusieurs points des Alpes et en particulier aux environs de Briançon, où l'on peut les cueillir tous en une herborisation de quelques instants.

» Des faits de même ordre peuvent être relevés sur la plupart des petits centres, vraiment montagnards par leurs florules, des environs de Paris, tels que Montmorency, Isle-Adam, Beauvais, Compiègne, Dreux, Marines, Pont-Saint-Maxence, Villers-Cotterets, etc.

» L'apparition, en France et ailleurs, de nouvelles stations de plantes montagnardes, rares ou même inconnues dans la région, sera peut-être aussi citée à l'appui des colonisations; mais ici il s'agit ordinairement de faits modernes se rattachant à l'action de l'homme, volontaire ou inconsciente. A ce dernier cas se rattachent, pour prendre des exemples dans notre voisinage, trois faits intéressants observés dans la région parisienne et se rapportant : l'un au *Goodyera repens* de Fontainebleau, un autre au *Pirota minor* des Essarts-le-Roi, le troisième au *Pirota umbellata,* tout récemment observé à Nemours dans une ancienne plantation de Pins.

» Comme plantes naturalisées, à la suite de colonisations voulues, on peut citer, bien que n'appartenant pas toutes à la flore des montagnes, comme se rattachant aux temps féodaux : l'Herbe aux Goutteux (*Ægopodium Podagraria*), la Toute-Bonne (*Salvia Selarca*), l'Herbe à la Teigne (*Petasites vulgaris*), le Chardon-Marie (*Silybum Marianum*), l'OEillet (*Dianthus caryophyllus*), la Sarriette (*Satureia montana*), la Roquette (*Eruca sativa*) et quelques autres espèces renommées (en ces temps-là) pour leurs qualités médicales ou autres.

» Mais je laisse les cas de naturalisation par l'homme, cas dont on pourrait multiplier les citations, surtout pour les espèces alimentaires, en remontant les âges historiques, comme ne jetant aucune lumière sur les origines de notre florule montagnarde.

» Eu égard à celle-ci, il n'est pas inutile de faire cette remarque : que les familles de plus facile naturalisation, comme les Convolvulacées, les Borraginées, les Solanées, les Scrofularinées, les Composées elles-mêmes, si nombreuses et à fruits munis de houppes soyeuses favorables à leur dissémination par les vents, n'ont presque rien fourni à notre florule alpestre, tandis que le contraire a lieu pour les Gentianées, Éricacées, Rubiacées, Liliacées et Orchidées, rangées parmi les familles dont les espèces offrent le plus de résistance aux naturalisations.

» Quant aux causes ordinaires (vents, oiseaux, animaux, glaces flottantes, courants marins, rivières) de dispersion des plantes, elles ont, depuis que l'homme observe, été la cause de si peu de naturalisations, qu'on ne saurait leur faire qu'une part bien faible dans l'établissement de notre florule alpestre. Même l'extrême ténuité des graines paraît servir bien peu aux transports par les vents, les naturalisations citées plus haut, de Piroles et d'Orchidées aux graines scobiformes, ne s'étant effectuées, comme cela a lieu d'ailleurs pour les fines spores des truffes adhérentes aux glands dits *truffiers*, que par leur mélange à d'autres graines de végétaux transportées par l'homme.

» S'il n'est pas admissible que des naturalisations de quelque importance se soient produites en dehors de l'action de l'homme, postérieurement aux temps historiques, en a-t-il été toujours ainsi, notamment aux périodes géologiques qui ont précédé et préparé l'état actuel du globe?

» On peut tout d'abord admettre, d'après les enseignements laissés par les fossiles, que les origines de la Flore actuelle ne sauraient être recherchées beaucoup au delà des époques glaciaires, les fouilles du sol montrant que c'est seulement dans les dernières formations tertiaires que se trouvent les restes d'une végétation se rapprochant, et seulement par un petit nombre de ses représentants, en dehors des cryptogames, des espèces qui vivent de nos jours.

» Ce point fixé, quelles sont les voies qu'auraient suivies les espèces montagnardes pour venir occuper, avec la région parisienne, le nord de la France et aussi le centre de l'Europe, qu'on ne saurait en séparer dans la recherche des origines?

» Plusieurs hypothèses se présentent : dans l'une d'elles, c'est de la presqu'île scandinave, toujours restée au-dessus des mers et dépositaire, comme une sorte d'arche de Noé, assure-t-on, des espèces qui devaient repeupler l'Europe, qu'auraient émigré celles-ci vers les Alpes et les Pyrénées, soulevées vers la seconde moitié de la période tertiaire. Telle était la foi de H. Lecoq en cette colonisation par les terres arctiques, qu'il n'hésita pas à regarder le *Salix Lapponum* du Plateau central comme une épave laissée là par la migration scandinave se dirigeant sur les Pyrénées, où se retrouve l'espèce.

» Mais à cette hypothèse, qui compte encore d'assez nombreux partisans, on peut, entre autres objections, faire celle-ci, qu'il y a dans les Alpes environ cent soixante espèces manquant à la flore boréale.

» Suivant une autre hypothèse, affirmant d'ailleurs, comme la précé-

dente, le principe des migrations, les plantes de la Flore actuelle auraient, vers la fin de l'époque tertiaire, occupé tous les points émergés (Écosse, Scandinavie, monts Ourals, Carpathes, Alpes, Pyrénées) qui font comme une grande ceinture entourant les vastes plaines de l'Europe. Alors, durant des périodes dont la durée dut être considérable, des échanges d'espèces auraient eu lieu de ces points les uns vers les autres, au travers et à l'aide de la mer qui en baignait les pieds.

» Après l'émersion de la grande plaine, celle-ci, peuplée à son tour par des espèces descendues des montagnes, n'aurait conservé de ces plantes, où ubiquistes étaient associées aux montagnardes, que celles y trouvant des conditions d'existence compatibles avec leur nature.

» Plus large que la première, en ce que, au lieu d'un seul centre ou point de migration, elle admet toute une ceinture de ces points, la seconde hypothèse se heurte à ces deux objections : 1° c'est un fait d'observation, cent fois constaté de nos jours, qu'il suffit d'un étroit bras de mer pour opposer une barrière infranchissable à tout transport naturel, quelque peu important, des espèces végétales; 2° les naturalisations de proche en proche, sur les continents, sont rares et peu considérables, partout où l'homme, dernier venu dans le monde organisé, n'a pas aidé lui-même au transport des plantes.

» Une hypothèse encore sur les migrations est celle qui fait peupler les montagnes par les plaines, celles-ci n'ayant conservé des espèces alpestres qu'elles possédaient toutes à une certaine époque, que celles qui ont trouvé sur certains points (tourbières, etc.) des abris contre le réchauffement du climat. Il suffit de signaler ce point de vue, qui s'appuierait sur ce fait que beaucoup de plantes méridionales semblent tenter l'escalade des Alpes, des Pyrénées, des Cévennes, etc., par leurs vallées le plus abritées.

» On ne saurait d'ailleurs perdre de vue que, si les Alpes, avec leurs cent soixante espèces spéciales, sont autonomes par rapport à la Scandinavie, celle-ci reste autonome par des espèces manquant aux Alpes, etc., et que le Plateau central est lui-même autonome par plusieurs espèces, et de la Scandinavie et des Alpes ou des Pyrénées.

» Or, ce sont ces autonomies mêmes, ces autonomies spéciales dont le nombre s'accroît à mesure que l'œil embrasse des contrées plus diverses, des régions plus étendues, qui conduisent à une tout autre hypothèse, très éloignée des précédentes, et plus d'accord avec l'ensemble des observations faites jusqu'à ce jour, soit qu'on s'en tienne aux temps historiques ou qu'on s'éclaire des découvertes de la Phytopaléontologie.

» Cette hypothèse est celle de la pluralité (¹) des centres de création et de leur successivité, parallèlement aux époques géologiques. Elle a pour elle, l'impossibilité, constatée, de la diffusion des espèces végétales dans la supposition d'un centre de création unique; les faits nombreux, et bien établis, d'espèces disjointes dans des conditions telles qu'il est parfois très improbable, souvent impossible qu'elles proviennent d'une souche unique, même en faisant intervenir des phénomènes géologiques antérieurs à leur existence sur le globe.

» Parmi les faits qu'on trouve à cet égard, énumérés dans la *Géographie botanique raisonnée* de M. Alph. de Candolle, je signale spécialement ceux se rapportant : 1° à des espèces de l'un des hémisphères, partagées entre pays trop distants (Magellan et Nouvelle-Zélande, Cap et Chili, Indes, Abyssinie et Sénégal, Caucase et Espagne, Murcie et Anatolie, Écosse, Terre-Neuve et Canada) pour qu'il soit admissible que des transports de plantes ou même de graines aient pu s'effectuer de l'un de ces pays vers les autres; 2° à des espèces occupant les régions tempérées des deux hémisphères sans possibilité d'avoir franchi, pour se rendre d'un hémisphère à l'autre, la brûlante zone intertropicale.

» L'identité des caractères botaniques chez les espèces habitant, soit à de grandes distances les unes des autres dans un même hémisphère, soit dans des hémisphères différents, nous ramène encore à reconnaître, dans l'espace, la fixité de l'espèce, conclusion à laquelle conduit aussi l'examen, sans parti pris, des fossiles remontant, quelques-uns, aux formations tertiaires du globe, d'autres aux périodes glaciaires.

» Je reviens, pour conclure, aux plantes montagnardes de Paris, que je regarde comme autochtones, aborigènes, et représentant les restes de créations contemporaines de celles qui ont peuplé les Alpes, etc., pendant et à la fin des époques glaciaires. Que si nos plantes alpestres ne sont pas plus nombreuses, c'est que nous ne voyons aujourd'hui que celles d'entre elles qui ont rencontré des stations où elles pouvaient vivre, les autres ayant été détruites. L'hypothèse à laquelle je m'arrête se rapproche d'ailleurs de celle à laquelle se trouvait conduit l'illustre auteur de la *Géographie botanique raisonnée*, quand, recherchant les origines probables des espèces européennes actuelles, il dit, à propos des plantes montagnardes de la Grande-Bretagne, regardées par Forbes comme venues de la Scandinavie :

(¹) L'unité des centres de création est plus admissible pour les animaux, pour ceux du moins d'ordre supérieur.

« Pourquoi donc un certain nombre des espèces actuelles, arctiques ou » alpines, ne seraient-elles pas tout simplement le reste de celles qui y » existaient? »

» Au résumé, des présentes études, qui ont eu pour point de départ la recherche de l'origine des plantes montagnardes de la flore de Paris, mais qui ont dû s'étendre à des aperçus généraux sur la flore actuelle de la terre, on tire les conclusions suivantes :

» 1° La flore des Alpes n'est pas formée de colonies venues de la Scandinavie : elle est autochtone;

» 2° La florule montagnarde de Paris n'est pas descendue des Alpes : elle aussi est aborigène, et réduite de nos jours aux espèces placées dans certaines stations réunissant des conditions compatibles avec leur existence;

3° L'origine de la plupart des plantes actuelles de l'Europe, celle notamment des Corolliflores, de toutes les plus élevées dans l'échelle des espèces végétales, ne remonte pas au delà des terrains quaternaires;

4° Il y a eu pour les végétaux successivité et pluralité de centres de création. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'orthobutyrate et sur l'isobutyrate de chaux.* Note de MM. **G. Chancel** et **F. Parmentier**, transmise par M. Debray.

« Dans ses recherches sur les équilibres chimiques, M. H. Le Chatelier (*Comptes rendus*, t. C, p. 50 et 441) est arrivé à la relation approchée

$$\frac{dx}{x} : \frac{k}{2} Q \frac{dt}{T^2},$$

relation donnant la variation de solubilité des différents corps avec leur chaleur de solution à saturation. Il résulte de cette expression que lorsqu'un corps se dissout, à saturation, avec absorption de chaleur, sa solubilité doit croître avec la température, et qu'inversement, si un corps se dissout, à saturation, avec dégagement de chaleur, sa solubilité doit aller en diminuant quand la température augmente. Pour un certain nombre de substances, l'expérience semble conforme à ces conclusions, mais il n'en résulte pas, comme on va le voir, qu'elle soit générale.

» Nous avons pris deux sels aussi voisins que possible, et dont la solubilité soit inverse dans les limites de température entre lesquelles on

peut mesurer avec certitude leur chaleur de dissolution à saturation. Le butyrate normal et l'isobutyrate de chaux remplissent ces conditions. Aux températures ordinaires, le butyrate normal de chaux a une solubilité, dans l'eau, décroissante quand la température croît; la solubilité de l'isobutyrate de chaux va, au contraire, en croissant avec la température, si l'on ne considère que des températures inférieures à 80°. De plus, il est possible, pour ces sels, dont la stabilité en présence de l'eau est suffisante, de mesurer avec certitude leur chaleur de dissolution à saturation.

» 1° *Butyrate de chaux normal* $(CH^3-CH^2-CH^2, CO^2)^2Ca + Aq.$ — L'orthobutyrate ou butyrate de chaux normal cristallise de ses solutions aqueuses, à toutes les températures comprises entre 0° et 100°, en belles lames nacrées ayant la composition

$$(C^4H^7O^2)^2Ca, H^2O.$$

» Cet hydrate est très stable. Il ne perd son eau que vers 130°, sans abandonner des quantités sensibles d'acide butyrique. Les recherches les plus étendues sur sa solubilité ont été faites par M. Hecht (*Liebig's Ann. der Chemie*, t. CCXIII, p. 72). Nos déterminations sur la solubilité de ce sel nous ont donné des résultats assez rapprochés de ceux trouvés par M. Hecht, mais en général un peu plus forts.

» Le butyrate de chaux a été obtenu avec de l'acide butyrique pur (point d'ébullition = 162°,7; H = 765), préparé autrefois par l'un de nous par la fermentation butyrique du moût de raisin. L'analyse du sel nous a donné les résultats suivants :

	Trouvé.	Calculé.
H^2O	7,72	7,76
Ca	17,24	17,23

» En nous entourant de toutes les précautions voulues (constance de la température des bains au moyen d'excellents régulateurs; saturation certaine des liqueurs sans sursaturation; limpidité parfaite des liqueurs; impossibilité du refroidissement des liqueurs pendant les prises d'essai, de l'évaporation des liquides pendant les transvasements et les pesées, etc.), nous sommes arrivés à des résultats toujours concordants. Voici nos expériences calculées :

T.	Poids de sel anhydre dissous dans 100 parties d'eau.	T.	Poids de sel anhydre dissous dans 100 parties d'eau.
0	20,06	55	15,18
5	19,45	60	15,01
10	18,86	65	15,02
15	18,28	70	15,05
20	17,72	75	15,10
25	17,17	80	15,15
30	16,64	85	15,30
35	16,18	90	15,50
40	15,81	95	15,80
45	15,54	100	16,13
50	15,36		

» On voit que le butyrate normal présente une solubilité décroissante jusque vers 60° ; à partir de cette température la solubilité de ce sel va en augmentant, pour prendre vers 100° une valeur égale à celle qu'elle a vers 40°.

» Nous avons déterminé la chaleur de dissolution, à saturation, de ce sel vers la température de 9°, température à laquelle sa variation de solubilité est la plus forte. Pour cela, nous avons dissous dans environ 500^{gr} d'eau, dans le calorimètre de M. Berthelot :

» 1° 12^{gr},398 de butyrate de chaux hydraté ;

» 2° 58^{gr},973 d'une solution saturée de ce sel à la température de 8°,98, solution renfermant une quantité d'hydrate sensiblement égale à la précédente.

» Nous avons trouvé, tous calculs et corrections faits :

	Cal
1° Chaleur moléculaire de dissolution de $(C^4H^7CO^2)^2Ca, H^2O = 232^{gr}$ dans nH^2O, $n > 200$	8,3
2° Chaleur moléculaire de dissolution de la solution saturée d'eau et dans $n'H^2O$, n' étant sensiblement égal à n	2,5
Δ	5,8

» Cette différence est la chaleur moléculaire de dissolution à saturation de l'orthobutyrate de chaux.

» Cette quantité est positive, et le phénomène thermique correspond bien à un dégagement de chaleur.

» 2° *Isobutyrate de chaux :* $[(CH^3)^2-CH-CO^2]^2Ca + Aq.$ — L'isobutyrate de chaux, en cristallisant de ses solutions aqueuses à basses tempéra-

tures, se présente sous la forme de longs prismes, dont la composition est

$$(C^4H^7O^2)^2Ca, 5H^2O.$$

» Cet hydrate est le seul décrit; il s'effleurit facilement. Grundsweig (*Liebig's Ann. der Chemie*, t. CLXII, p. 202) a donné, pour la solubilité de cet hydrate à 18°, le nombre 36, nombre trop fort d'après nos recherches.

» Nous avons trouvé que la solution aqueuse de ce sel, chauffée vers 80°, donne naissance à un deuxième hydrate sous la forme de lamelles minces, un peu semblables comme aspect aux cristaux d'orthobutyrate de chaux et de même composition. Seulement ces lamelles, au lieu d'être nacrées, sont unies et s'effleurissent à l'air, à la température ordinaire. Cet hydrate diffère nettement de l'orthobutyrate de chaux correspondant. Sa formule est

$$[(CH^3)^2-CH-CO^2]^2Ca, H^2O.$$

Analyse.

	Trouvé.	Calculé.
Ca	17,20	17,23
H^2O	7,60 / 2,90	7,76

» En nous servant pour l'isobutyrate du même dispositif et en nous entourant des mêmes précautions que pour déterminer la solubilité de l'orthobutyrate de chaux, nous sommes également arrivés à des résultats très concordants, dont le calcul nous a amenés aux données suivantes :

T.	Poids de sel anhydre dissous dans 100 parties d'eau.	T.	Poids de sel anhydre dissous dans 100 parties d'eau.
0	20,34	55	26,04
5	20,70	60	26,69
10	21,09	65	27,27
15	21,51	70	27,75
20	21,96	75	28,07
25	22,45	80	28,18
30	22,97	85	28,02
35	23,52	90	27,50
40	24,11	95	26,56
45	24,73	100	25,11
50	25,38		

» On voit que la solubilité de ce sel va en augmentant avec la tempéra-

ture jusque vers 80°, passe par un minimum à cette température, pour reprendre à 100° la valeur qu'elle a vers 50°. Le maximum de solubilité correspond à la formation, à l'état cristallisé, d'un nouvel hydrate.

» Nous avons déterminé la chaleur de solution, à saturation, de ce sel vers 9°, comme pour l'orthobutyrate, seulement en opérant sur une quantité de sel hydraté renfermant à peu près la même quantité de sel anhydre que dans le cas de l'orthobutyrate. Nous avons trouvé :

	Cal
1° Chaleur moléculaire de dissolution de $(C^4H^7Co^2)^2Ca, 5H^2O = 304^{gr}$ dans $nH^2O, n > 200$	3,1
2° Chaleur moléculaire de dissolution de la solution saturée de ce sel dans $n'H^2O$, n' étant sensiblement égal à n	2,5
Δ	0,6

» Cette différence est la chaleur de dissolution, à saturation, de l'isobutyrate de chaux. On voit que ce sel, quoique plus soluble à chaud qu'à froid, dégage de la chaleur en se dissolvant à saturation dans l'eau. Si, au lieu d'opérer sur les hydrates, nous avions opéré sur les sels anhydres, les différences eussent été bien plus considérables. Par conséquent, la relation de M. Le Chatelier ne peut être considérée comme l'expression d'une loi dont on puisse tirer de nouvelles déductions certaines. »

CHIMIE. — *Sur la fluorescence rouge de l'alumine.* Note de M. **Lecoq de Boisbaudran** (¹).

« 7° *Alumine très fortement calcinée* + Cr^2O^3. — L'alumine employée dans la présente série d'essais a été préparée par dissolution dans l'eau, évaporation et calcination d'un chlorure d'aluminium anhydre que je dois à l'obligeance de M. Friedel. Ce Al^2Cl^6 avait été distillé sur un excès d'aluminium métallique.

» On traita comme au n° 1 (²), avec cette différence que la calcination fut considérablement plus énergique et telle que le rouge se serait développé avec l'alumine extraite de l'alun. Dans ces conditions, l'alumine du Al^2Cl^6 n'a donné aucune fluorescence rouge; la masse était cependant sensiblement lumineuse dans le vide, mais sa couleur variait du bleuâtre au bleu verdâtre. Ni bande, ni raie étroite dans le rouge spectral.

(¹) Voir *Comptes rendus*, 7 février 1887, p. 330.
(²) *Ibid.*, p. 331.

» J'ai montré dans ma précédente Note que l'oxyde de chrome donne une bande rouge, mais pas de raie étroite, avec MgO, Ga^2O^3 et Al^2O^3 elle-même (lorsque cette terre a été modérément calcinée). Il était donc intéressant de voir ce que l'addition de Cr^2O^3 produirait sur de l'alumine ne fournissant pas seule de rouge, même après très forte calcination.

» On a ajouté $\frac{1}{1000}$ de Cr^2O^3 à l'alumine du Al^2Cl^6 et l'on a très fortement calciné; il s'est alors produit une fluorescence rouge magnifique, incomparablement plus éclatante que celle de l'alumine de l'alun seule, mais d'ailleurs traitée de la même façon. La bande rouge et la raie étroite, moins réfrangible que C, sont très belles.

» Avec $\frac{1}{10000}$ de Cr^2O^3, on obtient un rouge rose avec bande et raie bien distinctes.

» Enfin, pour $\frac{1}{50000}$ de Cr^2O^3, il se forme un mélange de parties bleu verdâtre et de parties rose rouge, l'ensemble ayant un aspect blanc rosé. On voit très bien la raie étroite, mais elle est notablement plus faible qu'avec $\frac{1}{10000}$ de Cr^2O^3.

» Ainsi, en présence d'une alumine qui, seule, ne donne pas de fluorescence rouge après forte calcination, le chrome joue le rôle ordinaire des matières actives et provoque très brillamment l'apparition de la raie étroite rouge, dont il n'y avait pas trace avant son intervention.

» 8° *Alumine modérément calcinée* + Bi^2O^3. — Les essais ont porté sur trois alumines provenant : 1° de la calcination du sulfate; 2° de la calcination de l'alun ammoniacal; 3° de la dissolution et calcination du chlorure anhydre. On a traité ainsi qu'il a été dit au n° 1 (*voir* Note précédente).

» Aucune de ces trois alumines, additionnées de $\frac{1}{100}$ de Bi^2O^3, n'a donné de fluorescence notable; à peine s'est-il parfois développé un très faible verdâtre.

» 9° *Alumine très fortement calcinée* + Bi^2O^3. — On a traité comme ci-dessus, sauf beaucoup plus énergique calcination. Les résultats ont varié avec l'origine des alumines.

» Le mélange

Alumine du sulfate	90
Bi^2O^3	1
	91

donne à froid une fluorescence lilas légèrement rougeâtre; on ne voit pas

la raie rouge étroite. Si l'on chauffe modérément le tube, la fluorescence passe au bleu pur (¹).

» Avec

Alumine de l'alun............................	107
Bi^2O^3..................................	1
	108

on a un mélange de vert clair et de rouge un peu sombre. Le vert domine. La raie étroite se voit distinctement, bien qu'elle soit beaucoup moins forte que pour la même alumine exempte de bismuth, et, d'ailleurs, traitée de la même façon.

» Avec

Alumine du Al^2Cl^6........................	110
Bi^2O^3..................................	1
	111

il se produit une fluorescence assez vive, quoique peu colorée, car il y existe beaucoup de blanc. La masse est formée de grains vert pâle et de grains violet pâle. On ne voit de rouge ni directement, ni au spectroscope. Le vert s'affaiblit en même temps que le courant électrique, tandis que le violet persiste. Si le courant est très peu intense, la lumière émise est d'un beau violet pur.

» Avec

Même alumine du Al^2Cl^6....................	1667
Bi^2O^3..................................	1
	1668

la fluorescence est assez vive et d'un bleu verdâtre lavé de blanc (²). La masse est sensiblement plus lumineuse que l'alumine contenant $\frac{1}{110}$ de Bi^2O^3 et beaucoup plus brillante que la même alumine exempte de bismuth. Dans le spectre, le rouge de l'éclairage continu ne dépasse guère C; la raie étroite, moins réfrangible, ne se voit pas.

» Donc le Bi^2O^3, loin de favoriser la fluorescence rouge, l'affaiblit très notablement.

» La curieuse fluorescence, lilas à froid, bleue à chaud, obtenue sur-

(¹) Avec $\frac{3}{100}$ de Bi^2O^3, les fluorescences lilas et bleue sont encore un peu plus marquées.

(²) Si le courant électrique est très faible, la fluorescence devient violette.

tout avec l'alumine du sulfate additionnée de Bi^2O^3, semble bien être due à la présence simultanée du bismuth et d'une matière existant comme impureté dans le sulfate d'alumine; cette matière jouerait un rôle assez analogue à celui de la potasse incorporée à l'alumine manganésifère; mais elle n'est point la potasse, ainsi qu'il résulte des essais faits en ajoutant $\frac{5}{100}$ de K^2O aux trois alumines bismuthifères ($\frac{1}{100}$ de Bi^2O^3). L'effet principal de cette addition de potasse paraît être de développer la fluorescence verte du manganèse dans les alumines qui renferment quelques traces de ce métal; mais le lilas ni le bleu ne se forment.

» Lorsqu'on emploie l'alumine du chlorure anhydre

$$+ \tfrac{1}{100} Bi^2O^3 + \tfrac{5}{100} K^2O,$$

on n'observe pas de parties rouges dans la masse; cependant, la même alumine

$$+ \tfrac{1}{1620} Bi^2O^3 + \tfrac{5}{100} K^2O$$

donne un mélange de vert clair et de rouge faible; mais il y a peu de rouge dans le spectre et la raie étroite, moins réfrangible que C, n'y existe pas. Ce rouge faible paraît donc se rapprocher plutôt de ceux que donne le Bi^2O^3 avec diverses substances, que de celui des composés chromifères.

» Tout en exécutant les expériences ci-dessus résumées, j'ai noté quelques faits se rattachant à la question.

» A. La raie rouge étroite qui se produit avec l'alumine de l'alun seule (et avec l'alumine du Al^2Cl^6 rendue chromifère) s'évanouit lorsqu'on chauffe modérément le tube au vide; en même temps la teinte de la fluorescence se rapproche un peu de l'orangé. La large bande rouge semble d'abord se renforcer légèrement, mais elle disparaît à son tour si l'on chauffe plus fort.

» B. L'alumine de l'alun, additionnée de $\frac{1}{100}$ de Fe^2O^3 et traitée comme il est dit au n° 1 (Note précédente), sauf toutefois beaucoup plus forte calcination, n'a pas donné de rouge. Le fer semble donc éteindre ou affaiblir le rouge.

» C. L'alumine de l'alun contenant $\frac{1}{100}$ de CuO et traitée comme au n° 1 (calcination modérée) produit un vert bleuâtre d'intensité notable, quoique pas éclatant; on n'aperçoit pas de rouge, mais celui-ci se montre quand la même alumine cuprifère a subi une très forte calcination. On voit alors la bande et la raie étroite rouges un peu moins brillantes qu'en l'absence du cuivre; ce métal affaiblit donc légèrement la fluorescence rouge.

» D. Étant donnée une même alumine (celle retirée de l'alun), j'ai obtenu

le rouge le plus intense en desséchant lentement, puis calcinant très fortement le précipité gélatineux formé par l'ammoniaque. Je pense que cette augmentation du rouge tient pour beaucoup à la grande condensation de la matière, qui acquiert ainsi un certain degré de transparence.

» E. L'alumine de l'alun additionnée de $\frac{1}{100000}$ de MnO (sans K^2O) et très fortement calcinée a produit un rose clair avec bande et raie étroite rouges bien marquées : il y avait à peine quelques grains verdâtres. Ainsi, en l'absence de potasse, le manganèse [1] affaiblit peu le rouge, spectralement parlant.

» M. Becquerel, ayant bien voulu examiner au phosphoroscope l'alumine du Al^2Cl^6 (très fortement calcinée), qui ne m'avait donné au vide qu'un bleuâtre ou un bleu verdâtre, a obtenu du rouge. L'éminent physicien a déjà consigné cette intéressante observation dans les *Comptes rendus* (7 février 1887, p. 334) et l'a fait suivre de remarques sur lesquelles je demanderai peut-être bientôt à l'Académie la permission de dire quelques mots. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à l'élection d'un Correspondant, pour la Section d'Économie rurale, en remplacement de feu M. *de Vergnette-Lamotte*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 45,

M. Houzeau	obtient	22	suffrages
M. Pagnoul	»	13	»
M. Gayon	»	8	»
M. Arloing	»	2	»

Aucun candidat n'ayant réuni la majorité absolue des suffrages, il est procédé à un nouveau tour de scrutin.

Au second tour de scrutin, le nombre des votants étant 46,

M. Houzeau	obtient	25	suffrages
M. Pagnoul	»	13	»
M. Gayon	»	8	»

M. **Houzeau**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

---

(1) Du moins, le manganèse en minime proportion.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de Commissions de prix, chargées de juger les concours de l'année 1887.

Le dépouillement donne les résultats suivants :

Prix Francœur. — MM. Hermite, Jordan, Darboux, Bertrand et Phillips réunissent la majorité absolue des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont : MM. Halphen et Ossian Bonnet.

Prix extraordinaire de six mille francs. — MM. Jurien de la Gravière, Pâris, Bouquet de la Grye, de Jonquières et Mouchez réunissent la majorité absolue des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont : MM. Perrier et Haton de la Goupillière.

Prix Poncelet. — MM. Hermite, Jordan, Darboux, Bertrand et Phillips réunissent la majorité absolue des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont : MM. Halphen et Resal.

Prix Montyon (*Mécanique*). — MM. Phillips, Resal, Lévy, Sarrau et Deprez réunissent la majorité absolue des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont : MM. Boussinesq et Haton de la Goupillière.

Prix Plumey. — MM. Jurien de la Gravière, Pâris, Phillips, Resal et de Jonquières réunissent la majorité absolue des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont : MM. Haton de la Goupillière et Lévy.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

ZOOLOGIE. — *Sur la ponte du Phylloxera pendant la saison d'hiver.* Note de M. A.-L. Donnadieu.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera).

« D'après M. Balbiani, « le Phylloxera du chêne parcourt le cycle entier
» de son évolution en une seule année. Il naît et meurt avec la végétation,
» et au déclin de celle-ci l'espèce n'est plus représentée que par les œufs fécondés, qui hivernent dans leur cachette sur l'arbre. Chaque année, un
» nouveau cycle recommence, se poursuit et s'achève parallèlement pour

» l'arbre et pour l'insecte. » Je crois, au contraire, pouvoir conclure de mes observations que le cycle du Phylloxera du chêne n'est pas interrompu pendant la période d'interruption de la végétation active.

» La saison d'hiver ayant été, cette année, particulièrement rigoureuse, et se prolongeant beaucoup avec la même rigueur, a offert les conditions les plus favorables au genre d'études que je poursuis depuis longtemps. Pendant toute la saison hivernale, aussi bien en janvier que maintenant, j'ai pu observer, sur les branches des chênes, de très nombreuses colonies de Phylloxeras, composées d'œufs en éclosion, de jeunes en voie de développement et d'adultes occupés à pondre. De son côté, pendant le même mois de janvier de cette année, M. Laborier a pu m'envoyer, de Saint-Gengoux-le-Royal (Saône-et-Loire), de très nombreux spécimens placés dans les mêmes conditions.

» Le Phylloxera affecte de se tenir pendant l'hiver sur les jeunes rameaux, sur les dernières pousses de la végétation précédente et surtout sur ceux qui présentent un duvet abondant ou des fissures accidentelles; en outre, la préférence est accordée aux jeunes chênes que l'on trouve plus communément dans les haies qui entourent les vignobles. On voit les Phylloxeras s'abriter entre les poils qui recouvrent les jeunes écorces et en particulier près des nœuds ou à la base des bourgeons. J'ai soumis des branches chargées d'œufs et de jeunes, ainsi que des œufs tout récents et des aptères pondeuses, à l'examen de plus de deux cents personnes qui suivent actuellement mes conférences, et je tiens de ces branches à la disposition de ceux qui visitent mes laboratoires.

» Mais, en revanche, il m'a été impossible, cette année du moins, dans la contrée où j'ai fait mes recherches, de rencontrer un seul œuf d'hiver. Je crois donc pouvoir conclure de ces faits que le cycle d'évolution du Phylloxera du chêne ne se produit pas complètement en une seule année et que le renouvellement de ce cycle par les aptères sexués doit se faire dans des conditions qui ne sont pas encore nettement déterminées.

» J'ai fait pareilles observations sur le Phylloxera aptère de la vigne et j'ai pu non seulement constater moi-même, mais encore faire constater par un nombreux public la ponte d'hiver de ce Phylloxera. Pendant cette saison, le Phylloxera abandonne les petites racines pour se réfugier sur les plus grosses et plus particulièrement sur la partie de la souche qui, dans le sol, sert de support aux racines principales. C'est là qu'on le trouve très abondant, surtout sur les souches que ses attaques précédentes n'ont pas

encore trop gravement atteintes, et c'est là qu'on peut le voir présentant les mêmes phénomènes biologiques qu'il accuse pendant l'été.

» Pour ces formes aptères, la différence entre les deux saisons extrêmes ne réside absolument que dans un très grand écart entre le nombre des individus pondeurs et le nombre des produits pondus. Ce qui revient à dire que les phénomènes biologiques se continuent sans interruption avec une simple diminution plus ou moins grande d'intensité.

» Il me reste encore à dire un mot de la manière dont se fait l'éclosion, en ce qui concerne le *Phylloxera vastatrix* aptère des racines.

» M. Balbiani a indiqué une crête dentée en scie, qui appartiendrait à la région céphalique de l'embryon et dont celui-ci se débarrasserait au moment de l'éclosion. M. Cornu a remarqué que ce prétendu épaississement appartient à la membrane de l'œuf. C'est en effet la partie externe de l'enveloppe qui est le siège de cette particularité.

» Quand l'éclosion approche, cette enveloppe se dessèche, suivant la ligne que M. Cornu a très bien décrite; il se produit, le long de cette ligne, une exfoliation par petits lambeaux anguleux, qui ont été pris pour les dents d'une scie à l'aide de laquelle l'embryon déchirerait l'enveloppe de l'œuf. La dessiccation de cette portion chitineuse de l'enveloppe a pu, en faisant perdre à cette région sa transparence normale, faire croire à un épaississement. Il serait difficile cependant de trouver un épaississement au point où doit, précisément, se faire une déchirure. Une fois la dessiccation et le commencement d'exfoliation produits, la déchirure s'accuse vite sous les efforts de l'embryon qui se gonfle et qui ne tarde pas à faire éclater l'œuf, d'abord suivant la ligne régulière dont il est question et ensuite suivant une ligne des plus irrégulières, affectant l'œuf dans le sens de son grand diamètre et s'étendant à peu près normalement jusqu'au tiers inférieur.

» Débarrassé de son enveloppe dans sa région antérieure, le nouveau-né se sert de ses pattes antérieures pour se hisser en dehors de cette enveloppe qui, agglutinée à la racine au moment de la ponte, reste fixée à cette racine et se dessèche rapidement. Après ce premier et faible effort, le jeune Phylloxera, dont le corps paraît lubrifié au moment de l'éclosion, se repose comme pour se ressuyer et, après environ deux heures d'immobilité, il commence sa vie active. »

M. A. Neveu, M. S. Jullien adressent des Communications relatives au Phylloxera.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

M. **Th. Rétault** adresse un Mémoire intitulé : « Oscillations des mers, des terres et du feu central ».

(Commissaires : MM. Daubrée, Hébert, Fouqué.)

M. C. **Drobjasguin** adresse, de Simpheropol (Crimée), un Mémoire sur la périodicité dans les phénomènes de la dissociation.

(Commissaires : MM. Debray, Troost.)

M. **Aubert** adresse, pour le concours de Statistique, des « Études statistiques et médicales sur le recrutement dans le département de la Loire-Inférieure ».

(Renvoi à la Commission.)

Un **Anonyme** adresse, pour le Concours relatif à l'élasticité des corps cristallisés, un pli contenant des résultats de calcul sur la propagation des vibrations lumineuses.

(Renvoi à la Commission.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, une brochure intitulée : « Charles Robin, sa vie et son œuvre; par M. *Georges Pouchet* ». (Présenté par M. Vulpian.)

M. **Leudet**, nommé Correspondant pour la Section de Médecine et Chirurgie, adresse ses remerciements à l'Académie.

M. **Ch. Rouget** prie l'Académie de le comprendre parmi les candidats à la place actuellement vacante dans la Section de Médecine et Chirurgie.

(Renvoi à la Section de Médecine et Chirurgie.)

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète Brooks, faites à l'Observatoire de Toulouse.* Note de M. **Baillaud**, présentée par M. Tisserand.

« Ces observations ont été faites à l'équatorial Brunner par M. B. Baillaud, sauf celle du 29, qui a été faite par M. Andoyer.

Dates. 1887.		Étoiles de comparaison.	Grandeurs.	☄ — ✱ Ascension droite apparente.	☄ — ✱ Déclinaison.	Nombre de compar.
				m s	′ ″	
Janv. 27....	*a*	684 B.D. + 75°.	9,2	+0.35,22	+13. 0,0	2:4
28....	*b*	718 B.D. + 76°.	9,0	+0.19,13	+ 9.59,6	6:4
29....	*c*	2571 Σ.	7,5 et 8,2	−1.40,75	−18.30,1	3:6
30....	*d*	694 B.D. + 78°.	8,5	−1.58,45	+ 4.36,0	5:10
31....	*e*	703 »	8,8	+1.47,56	−11.57,9	10:10
Févr. 4....	*f*	735 B.D. + 79°.	8,9	+1.44,30	+ 1.13,5	10:10

Positions des étoiles de comparaisons.

Dates. 1887.	Étoiles de comp.	Ascension droite moy. 1887,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moy. 1887,0.	Réduction au jour.	Autorités.
		h m s	s	° ′ ″	″	
Janv. 27......	*a*	18.57.21,68	−4,38	75.56. 9,6	−0,7	B.B., VI.
28......	*b*	19.13.15,20	−4,59	76.45.49,2	+0,1	Arg. Œltzen.
29......	*c*	19.34.42,86	−4,95	78. 1. 8,3	+1,1	Struve.
30......	*d*	19.54. 0,28	−4,98	78.19.10,2	+2,0	38576 Lal.
31......	*e*	20.13.32,94	−5,19	79. 3.55,9	+2,9	B.B., VI.
Févr. 4......	*f*	22.18.27,14	−4,33	80. 2.28,4	+8,3	Id.

Positions apparentes de la comète.

Dates. 1887.	Temps moyen de Toulouse.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parall.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parall.
	h m s	h m s		° ′ ″	
Janv. 27......	10.50. 2	18.57.52,52	$\bar{1},193_n$	76. 9. 8,9	0,884
28......	10. 9.41	19.13.29,74	$\bar{1},421$	76.55.48,9	0,879
29......	11.26.20	19.32.57,16	$\bar{1},388_n$	77.42.39,3	0,875
30......	11.53.45	19.51.56,85	$\bar{1},569_n$	78.23.48,2	0,870
31......	9.43.34	20.15.15,31	$^{1},954$	78.52. 0,9	0,832
Févr. 4......	17.16.59	22.20. 7,11	$0,330_n$	80. 3.50,2	0,624

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la formule de quadrature de Gauss et sur la formule d'interpolation de M. Hermite.* Note de M. **P. Mansion**, présentée par M. Hermite.

« I. L'expression du reste de la formule de quadrature de Gauss, à laquelle nous sommes arrivé (*Comptes rendus*, t. CII, p. 412-415; 1886, 1er semestre), savoir

$$(1)\qquad \frac{2}{2n+1}\left[\frac{1.2.3\ldots n}{1.3\ldots(2n-1)}\right]^2 \frac{f^{2n}(\xi)}{1.2.3\ldots 2n}, \qquad -1<\xi<1,$$

est contenue implicitement dans une formule plus générale obtenue antérieurement d'une autre manière par M. Markoff. Dans le cas où il s'agit de trouver la valeur de

$$\int_\alpha f(x)\,\omega(x)\,dx,$$

M. Markoff obtient, pour expression du reste,

$$(2)\qquad \frac{f^{2n}(\xi)}{1.2\ldots 2n}\int_\alpha^\beta [\varphi(x)]^2\,\omega(x)\,dx, \qquad \alpha<\xi<\beta,$$

où $\varphi(x)$ est une certaine fonction entière de degré n. Si $\omega(x)=1$, $\alpha=-1$, $\beta=1$, on doit prendre, comme on le déduit aisément des raisonnements de M. Markoff,

$$\varphi(x)=\frac{D_x^n(x^2-1)^n}{(n+1)(n+2)\ldots 2n},$$

et l'expression (2) se transforme, par des calculs faciles, en l'expression (1).

« La formule (2), dit M. Possé (*Sur quelques applications des fractions » continues algébriques*, p. 78; Saint-Pétersbourg, 1886), a été donnée pour » la première fois par M. Markoff, dans son Ouvrage *Sur quelques applica- » tions des fractions continues algébriques* (en russe); Saint-Pétersbourg, » 1884 »; mais on trouve une esquisse de la démonstration dans une Note publiée, en français, par M. Markoff, en 1885 (*Mathematische Annalen*, t. XXV, p. 427-429).

» II. Le point de départ des recherches de M. Markoff est la belle formule d'interpolation de M. Hermite, et l'application qu'en a faite l'éminent

géomètre au problème des quadratures approchées (*Journal de Crelle*, t. 84, p. 70-79; 1877).

» Il est peut-être intéressant de montrer que cette formule de M. Hermite se déduit de la formule de Newton par un simple passage à la limite. M. Lipschitz (*Comptes rendus*, t. LXXXVI, p. 120-121; 1878) a esquissé cette méthode pour arriver à la formule de M. Hermite, mais sans recourir aux intégrales curvilignes, dont l'emploi semble nécessaire, quand les valeurs données de la variable sont imaginaires.

» Pour abréger, proposons-nous de chercher la différence entre une fonction $f(z)$ et un polynôme entier $F(z)$ du quatrième degré seulement, satisfaisant d'abord aux conditions suivantes :

$$(3)\qquad \begin{cases} F(a)=f(a), \quad F(b)=f(b), \quad F(c)=f(c), \\ F(g)=f(g), \quad F(h)=f(h). \end{cases}$$

» En employant la notation des fonctions interpolaires, savoir

$$f(a,b)=\frac{f(a)-f(b)}{a-b}, \qquad f(a,b,c)=\frac{f(a,b)-f(a,c)}{b-c}, \qquad \ldots,$$

on a, comme l'on sait,

$$\begin{aligned} F(z) = f(a) &+ (z-a)f(a,b)+(z-a)(z-b)f(a,b,c) \\ &+ (z-a)(z-b)(z-c)f(a,b,c,g) \\ &+ (z-a)(z-b)(z-g)f(a,b,c,g,h), \end{aligned}$$

$$f(z)=F(z)+(z-a)(z-b)(z-c)(z-g)(z-h)f(a,b,c,g,h,z),$$

et les conditions (3) peuvent être remplacées par les suivantes :

$$(4)\qquad \begin{cases} F(a)=f(a), \quad F(a,b)=f(a,b), \quad F(c)=f(c), \\ F(c,g)=f(c,g), \quad F(c,g,h)=f(c,g,h). \end{cases}$$

» De la formule fondamentale de Cauchy sur les résidus, savoir

$$f(a)=\frac{1}{2\pi i}\int\frac{ft\,dt}{t-a},$$

on tire les valeurs suivantes des fonctions interpolaires

$$f(a,b)=\frac{1}{2\pi i}\int\frac{ft\,dt}{(t-a)(t-b)},$$

$$f(a,b,c)=\frac{1}{2\pi i}\int\frac{ft\,dt}{(t-a)(t-b)(t-c)}, \qquad \ldots,$$

les intégrales étant prises le long d'une ligne enveloppant les points ayant pour affixes a, b, c, g, h; de plus, $f(t)$ est supposée synectique sur le contour d'intégration et à l'intérieur de l'aire qu'il limite.

» Faisons maintenant tendre b vers a, h et g vers c; on aura à la limite, comme formule d'interpolation,

$$(5)\quad \left\{\begin{aligned} 2\pi i f(z) = {} & \int \frac{f(t)\,dt}{t-a} + \int \frac{f(t)(z-a)\,dt}{(t-a)^2} \\ & + \int \frac{f(t)(z-a)^2\,dt}{(t-a)^2(t-c)} + \int \frac{f(t)(z-a)^2(z-c)\,dt}{(t-a)^2(t-c)^2} \\ & + \int \frac{f(t)(z-a)^2(z-c)^2\,dt}{(t-a)^2(t-c)^3} + \int \frac{f(t)(z-a)^2(z-c)^3\,dt}{(t-a)^2(t-c)^3(t-z)} \end{aligned}\right.$$

ou encore

$$(6)\quad \left\{\begin{aligned} f(z) = {} & f(a) + (z-a)D_a f(a) + (z-a)^2 D_a f(a,c) \\ & + (z-a)^2(z-c)D_{ac}^2 f(a,c) + \frac{(z-a)^2(z-c)^2}{1.2} D_{ac^2}^3 f(a,c) \\ & + \frac{(z-a)^2(z-c)^3}{1.2} D_{ac^3}^3 f(a,c,z). \end{aligned}\right.$$

» Les conditions (4), à la limite, deviennent

$$F(a) = f(a), \qquad F'(a) = f'(a), \qquad F(c) = f(c),$$
$$F'(c) = f'(c), \qquad F''(c) = f''(c).$$

» La formule (6) est donc celle de M. Hermite. Sous la forme (5), cette formule revient à une identité algébrique, quand on remplace $2\pi i f(z)$ par $\int f(t)(z-t)^{-1}\,dt$. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les systèmes orthogonaux, formés par les fonctions thêta.* Note de M. F. CASPARY, présentée par M. G. Darboux.

« On connaît pour les fonctions thêta d'un seul argument le théorème fondamental de Jacobi, communiqué dans une Lettre à M. Hermite. Les formules importantes qui découlent de ce théorème peuvent être comprises, d'une manière remarquable, dans le théorème suivant :

» I. *Si les arguments w, x, y, z; w', x', y', z' sont liés entre eux par les relations*

$$2w' = w + x + y + z, \qquad 2x' = w + x - y - z,$$
$$2y' = w - x + y - z, \qquad 2z' = w - x - y + z,$$

et si l'on pose, pour abréger,

$$\vartheta_\alpha(u,q)\,\vartheta_\alpha(v,q)=\vartheta_\alpha(u;v)\qquad(\alpha=0,1,2,3),$$

les seize combinaisons de fonctions thêta d'un seul argument

$$\text{I)}\quad\left\{\begin{array}{llll}\vartheta(w;x)-\vartheta(y;z), & \vartheta_2(w;x)+\vartheta_2(y;z), & -\vartheta(w';x')-\vartheta(y';z'), & -\vartheta_2(w';x')+\vartheta_2(y';z'),\\ -\vartheta_2(w;x)+\vartheta_2(y;z), & \vartheta(w;x)+\vartheta(y;z), & \vartheta_2(w';x')+\vartheta_2(y';z'), & -\vartheta(w';x')+\vartheta(y';z'),\\ \vartheta_3(w';x')+\vartheta_3(y';z'), & -\vartheta_1(w';x')-\vartheta_1(y';z'), & \vartheta_3(w;x)-\vartheta_3(y;z), & -\vartheta_1(w;x)+\vartheta_1(y;z),\\ \vartheta_1(w';x')-\vartheta_1(y';z'), & \vartheta_3(w';x')-\vartheta_3(y';z'), & \vartheta_1(w;x)+\vartheta_1(y;z), & \vartheta_3(w;x)+\vartheta_3(y;z)\end{array}\right.$$

forment un système orthogonal.

» Les relations établies par ce théorème sont très nombreuses; car, si seize éléments $g_{ik}\,(i,k=1,2,3,4)$ forment un système orthogonal, on a les formules bien connues

$$(1)\quad\left\{\begin{array}{l}g_{i1}g_{k1}+g_{i2}g_{k2}+g_{i3}g_{k3}+g_{i4}g_{k4}=0\qquad(i,k=1,2,3,4;\ i\neq k),\\ \qquad g_{i1}^2+g_{i2}^2+g_{i3}^2+g_{i4}^2=g,\end{array}\right.$$

où g désigne une quantité constante. On en déduit facilement plusieurs autres; je signalerai les suivantes comme les plus importantes pour la théorie des fonctions thêta :

$$(2)\quad\left\{\begin{array}{c}g_{ik'}^2+g_{il'}^2+g_{im'}^2=g_{ki'}^2+g_{li'}^2+g_{mi'}^2,\\ g_{ii'}^2+g_{ik'}^2+g_{ki'}^2+g_{kk'}^2=g_{ll'}^2+g_{lm'}^2+g_{ml'}^2+g_{mm'}^2,\\ g_{ii'}g_{kk'}-g_{ik'}g_{ki'}=g_{ll'}g_{mm'}-g_{lm'}g_{ml'}.\end{array}\right.$$

Les indices i, k, l, m et i', k', l', m', qui sont différents les uns des autres, désignent les nombres 1, 2, 3, 4 et doivent être choisis dans la dernière formule, de telle manière que les permutations i, k, l, m et i', k', l', m' appartiennent à la même classe.

» La démonstration du théorème énoncé est très simple. En appliquant aux produits de deux fonctions thêta les transformations connues du second degré, les formules signalées apparaîtront comme des identités.

» Ces équations identiques sont très remarquables, parce qu'elles montrent que *les fonctions thêta de 2 variables forment elles-mêmes des systèmes orthogonaux.*

» Je me propose ici d'expliquer la voie par laquelle on arrive à ces systèmes orthogonaux, et de donner quelques applications simples et importantes.

» Soit définie par la formule

$$\vartheta\begin{pmatrix}\varepsilon_1\ \varepsilon_2 \ldots \varepsilon_\rho\\ \delta_1\ \delta_2 \ldots \delta_\rho\end{pmatrix}(u_1, u_2, \ldots, u_\rho) = \sum_{n_1, n_2, \ldots, n_\rho} e^{2i\pi\sum\limits_{\alpha}(u_\alpha+\frac{1}{2}\delta_\alpha)(n_\alpha+\frac{1}{2}\varepsilon_\alpha)+i\pi\sum\limits_{\alpha,\beta}\tau_{\alpha\beta}(n_\alpha+\frac{1}{2}\varepsilon_\alpha)(n_\beta+\frac{1}{2}\varepsilon_\beta)}$$

$$(\alpha, \beta, \gamma = 1, 2, \ldots, \rho;\ n_\gamma = 0, \pm 1, \pm 2, \ldots, \text{in inf.})$$

la fonction thêta de ρ arguments. En multipliant deux de ces fonctions dont les arguments $u_1, u_2, \ldots, u_\rho$; $v_1, v_2, \ldots, v_\rho$ soient indépendants, on a la relation suivante, due à M. Weierstrass et relative à la transformation du second degré,

$$(3)\qquad \begin{matrix}\varepsilon_1\ \varepsilon_2 \ldots \varepsilon_\rho\\ \delta_1\ \delta_2 \ldots \delta_\rho\end{matrix} = \sum_k (-1)^{\sum\lambda_\alpha^{(k)}\delta_\alpha} \mathrm{A}_k \mathrm{B}_{k\varepsilon} \qquad (k = 1, 2, \ldots, 2^\rho).$$

» Dans cette formule, les quantités $\lambda_1^{(k)}, \lambda_2^{(k)}, \ldots, \lambda_\rho^{(k)}$ prennent, les unes indépendamment des autres, les valeurs 0 et 1, et l'on a posé, pour abréger,

$$(4)\quad \begin{cases} \begin{matrix}\varepsilon_1\ \varepsilon_2 \ldots \varepsilon_\rho\\ \delta_1\ \delta_2 \ldots \delta_\rho\end{matrix} = \vartheta\begin{pmatrix}\varepsilon_1\ \varepsilon_2 \ldots \varepsilon_\rho\\ \delta_1\ \delta_2 \ldots \delta_\rho\end{pmatrix}(u_1, u_2, \ldots, u_\rho)\,\vartheta\begin{pmatrix}\varepsilon_1\ \varepsilon_2 \ldots \varepsilon_\rho\\ \delta_1\ \delta_2 \ldots \delta_\rho\end{pmatrix}(v_1, v_2, \ldots, v_\rho),\\ \mathrm{A}_k = \theta\begin{pmatrix}\lambda_1^{(k)}\ \lambda_2^{(k)} \ldots \lambda_\rho^{(k)}\\ 0\ \ 0\ \ldots\ 0\end{pmatrix}(u_1+v_1, u_2+v_2, \ldots, u_\rho+v_\rho),\\ \mathrm{B}_{k\varepsilon} = \theta\begin{pmatrix}\lambda_1^{(k)}+\varepsilon\ \ \lambda_2^{(k)}+\varepsilon \ldots \lambda_\rho^{(k)}+\varepsilon\\ 0\quad 0\ \ldots\ 0\end{pmatrix}(u_1-v_1, u_2-v_2, \ldots, u_\rho-v_\rho),\end{cases}$$

où les fonctions θ possèdent les modules doublés $2\tau_{\alpha\beta}$.

» En exprimant, en vertu de la formule (3), les identités qui font la base du premier théorème, on trouve, pour $\rho = 2$:

» II. *Les seize produits des fonctions thêta de deux arguments*

$$(\text{II})\qquad \begin{matrix} \begin{matrix}00\\11\end{matrix} & \begin{matrix}10\\00\end{matrix} & -\begin{matrix}01\\10\end{matrix} & -\begin{matrix}11\\01\end{matrix}\\[1ex] -\begin{matrix}10\\01\end{matrix} & \begin{matrix}00\\10\end{matrix} & \begin{matrix}11\\00\end{matrix} & -\begin{matrix}01\\11\end{matrix}\\[1ex] \begin{matrix}01\\00\end{matrix} & -\begin{matrix}11\\11\end{matrix} & \begin{matrix}00\\01\end{matrix} & -\begin{matrix}10\\10\end{matrix}\\[1ex] \begin{matrix}11\\10\end{matrix} & \begin{matrix}01\\01\end{matrix} & \begin{matrix}10\\11\end{matrix} & \begin{matrix}00\\00\end{matrix} \end{matrix}$$

forment un système orthogonal.

» Si $v_1 = v_2 = 0$, les fonctions thêta impaires s'évanouissent, et l'on trouve un système orthogonal, formé par les neuf quotients des fonctions thêta paires. Ce système orthogonal, communiqué par M. Weierstrass dans son

Cours, professé à l'Université de Berlin, a été employé par M. Darboux et M. Weber pour la résolution de questions très importantes.

» Dans un Mémoire, inséré au *Journal de M. Kronecker* (t. XCIV, p. 77), j'ai donné le théorème II, et j'en ai déduit, comme des conséquences immédiates, la relation de Göpel du quatrième degré et les substitutions de Borchardt qui transforment cette relation dans l'équation de la surface de Kummer.

» Soit maintenant $\rho > 2$. Si l'on donne dans la formule (3) à $\rho - 2$ des quantités δ les valeurs $\delta_{i_1}, \delta_{i_{\rho-2}}$ et $\delta_{i_1} + 1, \ldots, \delta_{i_{\rho-2}} + 1$, et si l'on ajoute les formules résultantes, le second membre ne contiendra que quatre termes A et quatre termes B. En arrangeant ces termes A et B comme le sont les termes $A_1, \ldots, A_4$ et $B_1, \ldots, B_4$ dans les identités qui font la base du Tableau II, et en exprimant ces arrangements en vertu de la formule (3) par les fonctions thêta de ρ arguments, on aura des systèmes orthogonaux. On parvient aux autres systèmes orthogonaux si l'on substitue, pour les termes $A_1, \ldots, A_4$; $B_1, \ldots, B_4$, des sommes convenablement choisies.

» Comme les systèmes orthogonaux qu'on obtient de cette manière sont très nombreux, je me bornerai ici à communiquer encore le théorème suivant relatif au cas $\rho = 3$, et j'en donnerai d'autres prochainement.

» III. *En substituant pour les produits des fonctions thêta de deux arguments* $\begin{smallmatrix}\varepsilon_1 & \varepsilon_2 \\ \delta_1 & \delta_2\end{smallmatrix}$ *dans le Tableau II les combinaisons de produits des fonctions thêta des trois arguments*

$$\begin{matrix} g & \varepsilon_1 & \varepsilon_2 \\ 0 & \delta_1 & \delta_2 \end{matrix} + \varepsilon \begin{matrix} g & \varepsilon_1 & \varepsilon_2 \\ 1 & \delta_1 & \delta_2 \end{matrix}, \quad \begin{matrix} \varepsilon_1 & g & \varepsilon_2 \\ \delta_1 & 0 & \delta_2 \end{matrix} + \varepsilon \begin{matrix} \varepsilon_1 & g & \varepsilon_2 \\ \delta_1 & 1 & \delta_2 \end{matrix}, \quad \begin{matrix} \varepsilon_1 & \varepsilon_2 & g \\ \delta_1 & \delta_2 & 0 \end{matrix} + \varepsilon \begin{matrix} \varepsilon_1 & \varepsilon_2 & g \\ \delta_1 & \delta_2 & 1 \end{matrix},$$

ou

$$\begin{matrix} 0 & \varepsilon_1 & \varepsilon_2 \\ g & \delta_1 & \delta_2 \end{matrix} + \varepsilon \begin{matrix} 1 & \varepsilon_1 & \varepsilon_2 \\ g & \delta_1 & \delta_2 \end{matrix}, \quad \begin{matrix} \varepsilon_1 & 0 & \varepsilon_2 \\ \delta_1 & g & \delta_2 \end{matrix} + \varepsilon \begin{matrix} \varepsilon_1 & 1 & \varepsilon_2 \\ \delta_1 & g & \delta_2 \end{matrix}, \quad \begin{matrix} \varepsilon_1 & \varepsilon_2 & 0 \\ \delta_1 & \delta_2 & g \end{matrix} + \varepsilon \begin{matrix} \varepsilon_1 & \varepsilon_2 & 1 \\ \delta_1 & \delta_2 & g \end{matrix},$$

$$(g = 0, 1; \ \varepsilon = \pm 1)$$

on parvient à des systèmes qui restent orthogonaux.

» Je finis cette Note par la remarque que l'on arrive, pour $\rho = 3$, aux relations du quatrième degré analogues à la relation célèbre de Göpel, si l'on applique aux systèmes orthogonaux la première des équations (2). »

PHYSIQUE. — *Sur les mouvements de l'air.* Note de M. **Ch. Weyher**, présentée par M. Mascart.

« 1. Un jet d'air ou de vapeur, de un demi-millimètre de diamètre à la sortie, et incliné à 45° sur l'horizon, retient suspendues dans l'espace deux sphères, dont l'une en liège de 20^{mm} de diamètre, et l'autre en caoutchouc gonflée d'air et placée un peu plus loin dans ce jet.

» Le centre de gravité des sphères est naturellement au-dessous de l'axe du jet, en sorte que celui-ci les fait tourner sur elles-mêmes; mais cette condition n'est pas nécessaire pour l'équilibre, car, si on les leste toutes deux, elles tiennent aussi bien. La pesanteur des sphères est équilibrée par l'attraction produite par la série des petits tourbillons qui se forment sur les flancs du jet.

» Lorsqu'on met la main dans le jet au delà des sphères, elles se rapprochent l'une de l'autre et de la tuyère.

» 2. Une sphère à palettes, disposées suivant une série de méridiens, tourne rapidement sur une broche; l'air s'échappe en souffle énergique tout autour par l'équateur et renvoie au large les fragments de papier qu'on lui présente. Néanmoins un ballon gonflé d'air, présenté à ce jet, est vivement attiré vers la sphère tournante et décrit autour d'elle des orbites dans le plan de l'équateur.

» Dans l'expérience, l'axe de rotation de la sphère tournante est incliné à 45°, en sorte que, la pesanteur terrestre s'ajoutant à l'attraction produite par la sphère, le ballon vient heurter celle-ci à sa partie supérieure et se trouve alors renvoyé par le choc au delà du point où il pourrait être repris. Je place autour de la sphère, dans le plan de l'équateur, une garde ou anneau en fil de fer fin retenu au support, afin d'empêcher le contact. Le ballon décrit alors ses orbites indéfiniment, en s'éloignant même de la garde à la partie inférieure, sous l'action de la pesanteur. Différentes dispositions permettent de supprimer cette garde, mais n'apprennent rien de plus.

» Si l'on étudie les mouvements tourbillonnaires engendrés dans l'air par la sphère tournante, et les tourbillons qui prennent naissance entre elle et le ballon, on se rend facilement compte de l'attraction produite sur le ballon et du mouvement de rotation de celui-ci autour du centre commun.

» 3. La sphère précédente, débarrassée de sa garde protectrice, est mise en rotation; on présente parallèlement à son équateur un anneau libre en papier, dont le diamètre intérieur est plus grand que le diamètre extérieur de la sphère, et on le laisse s'échapper des doigts. A l'instant, il est saisi dans le mouvement de rotation et se tient avec énergie dans le plan de l'équateur.

» 4. Une sphère formée par des palettes en tôle est mise en rotation rapide sur son axe; on brûle, dans son voisinage, des matières produisant des fumées. On suit alors le mouvement général de l'air qui se dirige vers la sphère, de tous les côtés de l'espace, pour ressortir par l'équateur.

» Une flamme de gaz s'infléchit à tel point qu'elle pénètre dans la sphère entre les palettes et forme des protubérances semblables à celle du Soleil; il se produit même, dans cette expérience, des quantités notables d'ozone.

» Un ballon gonflé en partie au gaz, de façon à présenter à peu près la densité de l'air, est lâché à 2^m ou 3^m de la sphère tournante; il s'avance vers elle de plus en plus vite, en fait le tour, pour s'en éloigner et y revenir encore, pour peu que sa marche n'ait pas été modifiée par un obstacle de la salle où se fait l'expérience. D'autres fois, le ballon est captivé par la sphère tournante et se maintient sur des orbites autour d'elle.

» De petits ballons placés à terre se mettent tous à tourner sur place, d'autres forment des centres d'agglomération se rassemblant en un seul groupe. »

ÉLECTRICITÉ. — *Détermination des flux de force des systèmes électromagnétiques quelconques. Méthode de la servo-variation de l'induction.* Note de M. G. **Cabanellas**. (Extrait.)

« La Note présentée à l'Académie, le 31 janvier, par M. Leduc me paraît donner lieu tout d'abord à deux observations :

» 1° Les formules reliant le temps d'établissement et le courant

$$i = \mathrm{I}\left(1 - e^{-\frac{\mathrm{R}}{\mathrm{L}}t}\right) \quad \text{ou} \quad t = \frac{\mathrm{S}m}{\mathrm{R}}\mathcal{L}\frac{\mathrm{I}}{\mathrm{I}-i},$$

m densité de flux pour $i = 1$, S surface du flux total, ne sont même pas toujours pratiquement légitimes lorsque L est constant, car le calcul admet que E et R sont des constantes, ce qui n'existe généralement pas, à beau-

coup près, avec les piles pendant la période variable, à moins d'employer une pile d'une surface très considérable, tout à fait disproportionnée avec les seuls besoins du régime permanent.

» Parmi les autres causes de désaccord, je suppose qu'il y aurait lieu de placer, à un rang important, le mode d'évaluation de m qui, dans l'application citée par M. Leduc, a dû lui faire attribuer une valeur trop faible, la valeur dans l'entrefer pouvant être très amoindrie.

» 2° M. Leduc dit que l'équation différentielle $(E - Ri)\,dt = d\varphi$ n'est exacte qu'en négligeant : a le retard dans l'aimantation ; b l'énergie transformée en chaleur par les courants induits dans le fer ; c le magnétisme rémanent ou permanent.

» Or cette équation est toujours rigoureusement satisfaite, pourvu qu'on tienne compte de la force contre-électromotrice η imputable à la cause b (nous donnerons plus bas le moyen d'en obtenir la valeur). Quant aux causes a et c, elles ne peuvent que diminuer $d\varphi$ et, par conséquent, $\frac{d\varphi}{dt}$ ou e force électromotrice d'induction, mais ces causes sont inaptes à porter aucun trouble dans l'équation

$$(\alpha) \qquad E - Ri - e - \eta = 0,$$

e et η représentant, à tout dt, les pièces comptables du bilan que la Nature tient toujours exactement équilibré.

» Ces remarques nous conduisent à l'indication de la méthode. L'équation (α) n'est autre que

$$d\varphi = (E - Ri)\,dt - \eta\,dt \quad \text{ou} \quad \varphi = \int (E - Ri)\,dt - \int \eta\,dt.$$

» Si l'on néglige le second terme du second membre, il suffirait d'observer i avec un galvanomètre d'une convenable apériodicité, puis de tracer la courbe $e = f(t)$ et d'en sommer la surface par un intégrateur mécanique, mais il est préférable d'échapper aux variations des éléments de la pile en considérant seulement la bobine excitatrice de résistance r ; la différence de potentiel à la bobine étant ε, on a encore

$$e = \varepsilon - ri.$$

» C'est sous cette forme que la très bonne idée en est venue à mon collaborateur, M. Arnoux.

» Toutefois, le défaut de ce moyen de mesure était : de sommer une sur-

face trop grande de la quantité $\int \eta\, dt$ pour la fermeture; de ne pas être pratiquement applicable en dehors d'une lenteur convenable du phénomène; d'être toujours, comme exactitude relative, subordonné à la rapidité variable des différentes phases du phénomène; de ne pas se prêter à toutes les vérifications désirables.

» J'ai eu l'idée de faire varier *à volonté* la résistance totale R ou la force électromotrice E, ou l'une ou l'autre, de façon à commander arbitrairement la marche graduelle du phénomène, et d'employer, pour observer e, une spirale induite indépendante.

» Dès lors, η n'intervient plus pour fausser la valeur de e; le flux est déterminé facilement en chaque point du circuit magnétique; la force électromotrice engendrée dans cette spirale part de zéro pour grandir avec la lenteur arbitraire que choisit l'expérimentateur. L'ordonnée peut rester constante, passer par un maximum ou par plusieurs, et revenir à o suivant une loi quelconque ([1]).

» Nous avons ainsi complètement asservi les phénomènes, au point de pouvoir employer la méthode sur un noyau de fils de fer très fins qui, avec fermeture brusque, atteindrait instantanément l'état magnétique définitif; nous forçons le phénomène à durer le nombre de secondes qui nous convient, ne laissant croître i qu'à notre volonté. Ce cas particulier permet une vérification par comparaison avec la méthode usuelle de déflexion au galvanomètre périodique.

» Il est important de remarquer que, dans tous les cas, avec un noyau quelconque divisé ou massif, il suffit de changer la loi arbitraire de variation du même courant final du système, pour constituer des vérifications du résultat numérique, aussi nombreuses qu'on le veut, par la méthode elle-même de *la servo-variation de l'induction*. »

([1]) Traçant les courbes $e = f_1(t)$ et $e + \eta = f_2(t)$, nous aurons

$$\eta = f_3(t);$$

si nous avons aussi observé $\iota = f_4(t)$, nous pouvons tracer $\eta\iota = f_5(t)$ qui, avec l'intégrateur, donnera l'énergie dépensée en chaleur dans le fer du noyau massif. Il est intéressant de comparer ce résultat avec cette prévision théorique que la grandeur de l'énergie en question, toutes choses égales d'ailleurs, variera proportionnellement à l'inverse de t. L'énergie d'excitation proprement dite s'obtiendrait par $\int ei\, dt$.

ÉLECTRICITÉ. — *Sur une méthode de détermination du flux d'induction qui traverse un système électromagnétique.* Note de M. R. Arnoux.

« La détermination expérimentale du flux d'induction qui traverse un système électromagnétique (machine dynamo, transformateur d'induction) présente un intérêt à la fois théorique et pratique considérable.

» Partant de la définition, généralement adoptée aujourd'hui, qu'a donnée Maxwell de la force électromotrice d'induction, si l'on désigne par ε cette force et par t le temps pendant lequel elle persiste, le flux magnétique sera déterminé par l'équation

$$(1) \qquad F = \int \varepsilon \, dt.$$

» Jusqu'ici cette détermination a toujours été effectuée par une méthode, détournée en quelque sorte, basée sur l'emploi du galvanomètre balistique. Si l'on admet en effet que la loi de Ohm soit applicable à chaque instant de la période variable, on a

$$(2) \qquad \int \varepsilon \, dt = R \int i \, dt = F,$$

R désignant la résistance totale du circuit. Mais il importe de remarquer que cette méthode suppose expressément que la variation du flux d'induction soit assez rapide pour que le mobile du galvanomètre reçoive une impulsion instantanée. Or il est rare qu'il en soit ainsi dans la pratique industrielle, surtout lorsque les appareils atteignent de grandes dimensions et qu'une portion notable du flux créé traverse un métal magnétique, comme c'est généralement le cas. L'expérience montre en effet que, dans ces appareils, le temps nécessaire au courant ou au flux pour atteindre la même fraction de sa valeur définitive croît beaucoup plus vite que les dimensions (durée d'amorçage des machines semblables). Il est évident qu'en augmentant parallèlement les dimensions du galvanomètre balistique, on peut toujours arriver à intégrer le phénomène avec la même approximation ; mais l'expérience montre que, pour obtenir ce résultat, les appareils industriels exigent des galvanomètres de dimensions absolument inadmissibles dans la pratique.

» Ces considérations m'ont engagé à chercher s'il ne serait pas possible d'arriver par une autre méthode que celle du galvanomètre balistique à la mesure du flux d'induction magnétique. J'y suis parvenu par une méthode

qui est beaucoup plus naturelle, en ce sens qu'elle consiste à déterminer expérimentalement la loi de variation de la force électromotrice d'induction en fonction du temps à l'aide d'appareils à indications rapides, électromètre capillaire de M. Lippmann ou galvanomètres à masses mobiles aussi réduites que possible et placées dans un champ magnétique intense. L'intégration *graphique* de la courbe ainsi obtenue, opération qui s'effectue aisément aujourd'hui à $\frac{1}{300}$ près à l'aide d'un planimètre ou d'un intégraphe, fait connaître la valeur du flux d'induction.

» L'appareil actuellement employé dans les mesures, et dont l'exécution a été confiée à M. J. Carpentier, est un galvanomètre différentiel à cadre mobile de très petites dimensions. Un autre galvanomètre différentiel à aiguille de fer doux, extrêmement légère, placée dans un champ magnétique intense, est actuellement en voie d'exécution chez le même constructeur.

» *Mode opératoire.* — Le système électromagnétique considéré est brusquement placé sur un électromoteur de force électromotrice E (pile, accumulateur). Dans ces conditions, l'équation différentielle est

$$dF = (E - iR)\,dt. \tag{3}$$

» Lorsque la force électromotrice E est constante, la détermination du flux revient simplement à celle de la loi de variation du courant excitateur en fonction du temps. Dans ce cas, en effet, l'équation précédente intégrée donne

$$F = E - R\int i\,dt. \tag{4}$$

» Mais, en pratique, on ne peut jamais être assuré de la constance de E pendant tout l'intervalle d'une mesure, et la détermination de i en fonction de t ne suffit plus. Je suis parvenu à tourner la difficulté en rendant différentiel le galvanomètre employé. Un des circuits de ce galvanomètre est taré de façon à donner (en volts) le produit de l'intensité i du courant par la résistance intérieure r de l'appareil, et la résistance de l'autre circuit est réglée de façon que, placé en dérivation aux bornes du système, un équilibre rigoureux soit obtenu en régime permanent. Il est clair qu'en régime variable, cet équilibre étant rompu, la déviation du galvanomètre est à chaque instant proportionnelle à la différence $(e - ir)$, c'est-à-dire à la force électromotrice d'induction ε, et le flux d'induction *total* établi dans l'appareil est donné en unités C. G. S. par l'équation

$$F = 10^8\int(e - ir)\,dt. \tag{5}$$

» Ce flux, divisé par le nombre N des spires du fil, donne évidemment la valeur du flux d'induction *moyen*, puisque le circuit total du système est intéressé dans la mesure. Il est bien évident que, si l'on a uniquement en vue de déterminer la valeur finale du flux, sa loi de variation en fonction du temps peut être rendue absolument quelconque. On peut, par exemple, régler, comme nous le faisons à l'aide d'un rhéostat spécial, son établissement avec toute la lenteur désirable pour les mesures et augmenter ainsi autant qu'on veut leur précision, l'erreur due à l'inertie des pièces mobiles du galvanomètre devenant aussi, par ce fait, absolument négligeable.

» Comme je le dis au commencement de cette Note, la détermination du flux d'induction magnétique est d'une importance capitale dans la construction des dynamos. Actuellement, il n'existe aucune méthode pour mesurer ce flux. Celle que je viens de décrire peut être facilement appliquée aux machines en utilisant leur période d'*amorçage*. Pour fixer les idées, considérons une machine shunt tournant à une vitesse uniforme ou à peu près, le circuit inducteur seul étant ouvert. On place le circuit résistant du galvanomètre, taré et réglé à l'avance pour le régime permanent, en dérivation sur les balais et l'autre circuit en tension sur celui des inducteurs; puis on ferme ce dernier. Il est clair que, lorsque le régime permanent sera atteint, le flux d'induction total qui traverse à ce moment la machine sera déterminé par la relation (5). D'autre part, si l'on désigne par E la force électromotrice (en volts) développée alors par l'armature, l'équation (1) donne pour la valeur F′ du flux d'induction qui la traverse

$$F' = 6.10^9 \frac{E}{N'n},$$

équation dans laquelle N′ est le nombre total de tours du fil enroulé sur l'armature et n le nombre de tours effectués par minute. Le rapport de F′ à $\frac{F}{N}$ fait connaître la fraction du flux *moyen* inducteur utilisée dans l'armature et met ainsi sur la voie de perfectionnements à apporter. »

OPTIQUE. — *Sur un système d'oculaires, destiné à augmenter le grossissement des petites lunettes.* Note de M. **Joseph Vinot**, présentée par M. Cornu.

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie un genre d'oculaires à tirages, pour lunette d'amateur, tel qu'à chaque allongement correspond un gros-

sissement plus considérable. Avec ce système d'oculaires, la plus petite longue-vue, n'eût-elle que $0^m,02$ de diamètre à l'objectif, permet de bien voir, par exemple, que Saturne a un anneau.

» J'ose espérer que l'Académie accueillera avec bienveillance ce nouveau moyen de faire pénétrer dans le public le goût des études astronomiques. »

CHIMIE. — *Sur les causes déterminantes de la phosphorescence du sulfure de calcium.* Note de M. A. Verneuil, présentée par M. Fremy.

« Les recherches que je poursuis depuis longtemps et dont j'ai déjà présenté le résumé à l'Académie (*Comptes rendus*, t. CIII, p. 600) ont pour but de déterminer les causes qui activent la phosphorescence du sulfure de calcium.

» Je rappelle que, pour préparer le sulfure de calcium présentant une phosphorescence violette, il suffit de calciner un mélange formé de 100 parties de chaux de coquille d'*Hypopus vulgaris*, 30 de soufre et 0,02 de sous-nitrate de bismuth ([1]).

» Ayant reconnu que la chaux pure, traitée dans les mêmes conditions, ne produisait qu'une matière très faiblement phosphorescente, j'ai pensé que l'analyse de cette coquille permettrait de retrouver les corps qui lui communiquent à un si haut degré la propriété phosphorescente.

» L'analyse de la coquille d'*Hypopus* indique qu'elle renferme :

Chaux	54,95	Silice	0,02
Acide carbonique	43,26	Magnésie	0,01
Carbonate de soude	0,99	Acide phosphorique	traces
Chlorure de sodium	0,06	Matières organiques et pertes	0,67
Matières insolubles	0,04		

» Pour mettre en évidence le carbonate de soude et le sel marin, il suffit de traiter par l'eau bouillante la coquille pulvérisée : le liquide évaporé laisse cristalliser le mélange des deux sels, et l'expérience synthé-

([1]) C'est par erreur qu'on a imprimé dans le Mémoire précédent (p. 602) que la solution alcoolique contenait 0,5 pour 100 de sous-nitrate de bismuth; il faut lire : 0,05 pour 100.

tique suivante démontre que la vive phosphorescence du sulfure de calcium obtenu avec la chaux de coquille est due principalement à ces deux matières.

» 100 parties de carbonate de chaux pur, imbibées d'une solution contenant 1 partie de carbonate de soude et 0,06 de chlorure de sodium, ont été calcinées au rouge vif. La chaux obtenue, ayant sensiblement la même composition que celle de la coquille, a été mélangée avec 30 pour 100 de soufre et 0,02 de sous-nitrate de bismuth en solution alcoolique, puis calcinée. Le produit possède une belle phosphorescence bleue, inférieure cependant, comme éclat, à celle obtenue avec la chaux d'*Hypopus*.

» Mais, en doublant les quantités de carbonate de soude et de sel marin, on obtient un produit semblable à celui que donne la chaux de coquille dans les mêmes conditions; l'excès de fondant qu'on doit employer tient à la difficulté de reproduire un mélange aussi intime que celui de la nature.

» Il est ainsi démontré qu'on peut obtenir un très beau phosphore en ajoutant au carbonate de chaux pur les corps étrangers que l'analyse révèle dans la coquille.

» Après avoir déterminé les conditions de production d'un sulfure de calcium très phosphorescent, j'ai dû rechercher l'influence que chacun des corps ajoutés pouvait exercer sur le développement de ce phénomène; les expériences suivantes répondent à la question que je viens de poser.

» 1° J'ai reconnu d'abord que le sulfure de calcium aussi pur que possible, préparé en traitant au rouge vif le carbonate de chaux par l'hydrogène sulfuré, puis par l'hydrogène à la même température, pour détruire le polysulfure formé, est dépourvu de phosphorescence notable lorsqu'on l'observe une seconde après l'insolation.

» Cependant ce sulfure, grillé pendant quelques secondes sur une lame de platine au rouge, brûle avec incandescence et possède alors une très faible phosphorescence blanche. J'attribue ce phénomène à la production du sulfate de chaux formé pendant le grillage. Ce qui semble le démontrer, c'est qu'il suffit de chauffer au rouge vif dans un courant d'azote du sulfure de calcium, additionné de 10 pour 100 de plâtre pur, pour lui communiquer une phosphorescence semblable à la précédente.

» On obtient un produit identique lorsqu'on traite au creuset la chaux pure par 30 pour 100 de soufre au rouge vif.

» 2° Étudiant alors l'influence du carbonate de soude, j'ai reconnu que le carbonate de chaux additionné de 1 pour 100 de ce fondant, puis

chauffé dans un courant d'hydrogène sulfuré, donne un sulfure possédant une phosphorescence blanc verdâtre faible; la phosphorescence augmente et devient très nettement verte par le grillage.

» Même résultat lorsqu'on traite ce carbonate de chaux au creuset par 30 pour 100 de soufre.

» 3° Quant à l'influence du bismuth, je l'ai constatée en ajoutant 0,02 pour 100 de sous-nitrate de bismuth au carbonate de chaux. Ce mélange, calciné dans un courant d'acide sulfhydrique, ne possède qu'une faible phosphorescence blanche, due au sulfure de bismuth; la lumière émise augmente nettement après le grillage, à cause du sulfate de chaux formé, mais elle demeure blanche.

» Du carbonate de chaux, traité au creuset par 30 pour 100 de soufre avec 0,02 de sel de bismuth, donne le même résultat.

» Si l'on ajoute maintenant une petite quantité de carbonate de soude à l'un ou l'autre des produits ainsi obtenus, puis qu'on porte le mélange au rouge, la phosphorescence bleue se développe; elle est très vive.

» 4° Il me restait à étudier l'influence du sel marin. Le carbonate de chaux, additionné de 1 pour 100 de carbonate de soude, de 0,06 de sel marin et de 0,02 de sel de bismuth, donne, après calcination dans un courant d'hydrogène sulfuré, une matière plus phosphorescente que celle exempte de chlorure de sodium. La vivacité de la lumière émise augmente par le grillage; le résultat est encore dans ce cas le même que celui obtenu dans le creuset.

» De l'ensemble de ces faits, il résulte que le sulfure de calcium violet, préparé avec la coquille, doit sa vive phosphorescence à la fois au sel de bismuth, au carbonate de soude, au sel marin et au sulfate de chaux formé pendant la réaction, et comme, en forçant les quantités de carbonate de soude et de sel marin, on n'augmente pas notablement l'éclat du produit, on doit reconnaître que la coquille contient ces fondants dans les proportions voulues pour donner à peu près le maximum d'éclat.

» Les traces de silice et de produits non dosés jouent probablement un rôle analogue, mais leur action est négligeable, si on la compare à celle des corps que je viens de citer. S'il m'était permis, dans un travail encore bien incomplet, de donner mon opinion sur la cause générale du phénomène si remarquable de la phosphorescence du sulfure de calcium, je dirais que tous les corps précédemment cités agissent comme de simples fondants, et que toute matière capable de vitrifier la surface du sulfure de calcium sans la colorer rend ce produit très phosphorescent.

» Il acquiert, en effet, cette propriété à un degré plus ou moins élevé, mais toujours très supérieur à celui que lui donne le simple grillage, lorsqu'on le chauffe au rouge sur une lame de platine avec quelques centièmes de l'un des corps suivants : borax, carbonate de potasse, chlorure de sodium, carbonate de soude, sulfate de soude, silicate de soude, chlorure de baryum, chlorure de strontium, fluorure de calcium, fluorure de baryum, hydrofluosilicate de baryum, cryolithe, etc.

» Tous ces corps agissent probablement en changeant l'état moléculaire du sulfure de calcium conformément aux vues émises par M. Becquerel.

» Je poursuis cette étude, et j'espère avoir l'honneur de soumettre prochainement à l'Académie le résultat des expériences qui autorisent à généraliser cette idée ([1]). »

CHIMIE MINÉRALE. — *Action de quelques métaux sur le nitrate d'argent en dissolution étendue.* Note de M. **J.-B. Senderens**, présentée par M. Troost.

« Si, dans une solution étendue de nitrate d'argent, contenant au plus 20^{gr} de sel par litre, on introduit une lame de plomb pur, il n'y a pas un équivalent d'argent précipité, quand la lame a perdu un équivalent de plomb, comme l'indiquerait l'équation

$$AgO, AzO^5 + Pb = Ag + PbO, AzO^5.$$

» En effet, si l'on retire la lame quand elle a perdu $1^{éq}$, on trouve que la liqueur n'a perdu que trois quarts d'équivalent d'argent environ. Lorsque tout l'argent est précipité, la lame de plomb a perdu $2^{éq}$. Il s'est formé en même temps du nitrosonitrate diplombique, dont une partie se dissout dans la liqueur qu'il colore en jaune, tandis qu'une autre partie reste avec l'argent du dépôt. Le nitrosonitrate est décomposé à son tour, et la réaction ne s'achève que lorsque la lame de plomb a perdu $3^{éq}$; il s'est formé de l'azotite tribasique de plomb.

» On pourrait interpréter cette réaction en admettant que l'azotate

---

([1]) Ce travail a été fait au Laboratoire de M. Fremy, au Muséum d'Histoire naturelle, et sous sa bienveillante direction.

neutre de plomb formé dans les premiers moments est ensuite décomposé par le plomb en excès. En effet, au début de l'expérience, il ne paraît pas se produire de nitrosonitrate. De plus, j'ai constaté que le plomb agit sur l'azotate neutre de plomb dissous, non seulement à chaud, comme on le savait déjà, mais encore à la température ordinaire. Toutefois cette dernière action est extrêmement lente et reste, même après plusieurs mois, très limitée; tandis que la conversion de l'azotate d'argent en nitrosonitrate de plomb s'opère en quelques heures et que sa transformation en azotite triplombique est achevée après deux ou trois jours.

» Le plomb n'est pas le seul métal qui, en agissant sur les solutions de nitrate d'argent, réduise l'acide azotique en même temps que l'argent est précipité. Le zinc, le fer, le cadmium, l'étain, l'antimoine, l'aluminium, employés à l'état de pureté, présentent des phénomènes analogues.

» Avec le zinc par exemple, il se produit un dégagement de protoxyde d'azote mêlé d'un peu d'azote. Lorsque toute réaction chimique est terminée, la lame de zinc a perdu $4^{éq}$, et il ne reste que des traces de zinc en dissolution. Le précipité renferme, outre l'argent, de l'oxyde de zinc hydraté, mêlé de nitrate basique en très petite quantité.

» Dans les mêmes conditions, l'aluminium perd $2^{éq}$. La formation de l'hydrate d'alumine est accompagnée d'un dégagement de bioxyde d'azote.

» Or les solutions de nitrate de zinc, prises isolément, ne sont nullement décomposées *à froid* par le zinc pur, comme j'ai eu soin de m'en assurer; on sait également que l'aluminium n'attaque pas *à froid* l'acide azotique.

» Il faut en conclure que la décomposition de l'acide azotique combiné et la précipitation de l'argent sont deux phénomènes corrélatifs et que la précipitation de l'argent détermine la réduction de l'acide dans le nouveau sel. Cette réduction de l'acide azotique commence avant que la précipitation de l'argent soit complète : le métal décompose l'acide en même temps qu'il précipite l'argent.

» Les faits observés avec le nitrate d'argent dissous se reproduisent avec d'autres azotates. C'est ainsi que le zinc perd $3^{éq}$ en précipitant le cuivre ou le plomb, dans les solutions étendues de nitrate de cuivre ou de nitrate de plomb.

» Ce qui précède permet peut-être d'expliquer les valeurs assignées par Bergman et adoptées par Lavoisier pour les quantités pondérables des métaux précipitants. D'après Bergman, pour déplacer $1^{éq}$ d'argent dans le nitrate d'argent dissous, il faut $2^{éq}$ de plomb, près de $2^{éq}$ de zinc, $1^{éq},5$ d'é-

tain ([1]). Ces résultats seraient attribués au choix du genre de sel soumis à l'expérience.

» Si mes chiffres sont encore supérieurs à ceux de Bergman, cela peut tenir à ce que, par suite d'un plus long contact et des conditions différentes de l'expérience, la décomposition de l'acide azotique a été plus avancée, et l'oxydation des métaux plus profonde. »

CHIMIE. — *Action de l'acide sulfurique sur la solubilité des sulfates.* Note de M. **R. Engel**, présentée par M. Friedel.

« Certains sulfates ne paraissent pas susceptibles de se combiner avec l'acide sulfurique pour former des sulfates acides.

» Lorsqu'on fait agir l'acide sulfurique sur la solution de semblables sulfates, on constate que la solubilité du sel diminue, mais suivant une loi différente de celle que j'ai observée pour les chlorures en présence de l'acide chlorhydrique.

» $1^{éq}$ d'acide ne précipite pas $1^{éq}$ des divers sulfates et la quantité d'eau contenue dans un même volume de solution diminue rapidement, si bien que pour observer suivant quelle loi la précipitation a lieu, il convient de rapporter à un même poids d'eau les quantités variables d'acide. On constate alors que l'acide sulfurique diminue la solubilité des sulfates, comme si chaque équivalent d'acide fixait $12^{éq}$ d'eau et les empêchait d'agir comme dissolvant. En effet, si l'on porte sur l'axe des abscisses le nombre d'équivalents d'acide et sur celui des ordonnées le nombre d'équivalents de sulfate en solution dans 10^{gr} d'eau, on constate que tous les points viennent se placer dans le voisinage de la ligne droite qui part du point qui fixe la solubilité du sel dans 10^{gr} d'eau et aboutit à celui qui indique le nombre d'équivalents d'acide sulfurique nécessaire pour s'unir aux 10^{gr} d'eau (chaque équivalent d'acide s'unissant à $12^{éq}$ d'eau).

» Lorsque la quantité d'acide sulfurique devient très grande, les points s'écartent de la ligne droite et, comme pour les chlorures, tendent vers une limite qui pour les sulfates paraît être zéro. Mais je n'envisage pour le moment, comme je l'ai fait pour les chlorures, que la première partie du phénomène et la loi approchée qui le résume.

([1]) Bergman, *De diversa phlogisti quantitate in metallis*, IIIe Volume; Lavoisier, *Œuvres*, t. II (*Mémoire sur la précipitation des substances métalliques*).

» Voici les résultats obtenus pour les sulfates de cuivre et de cadmium à la température de 0°.

» La troisième et la quatrième colonne donnent le nombre d'équivalents d'acide et de sel en solution dans 10^{gr} d'eau.

» La cinquième colonne renferme les quantités d'eau fixée par l'acide sulfurique, $1^{éq}$ d'acide fixant $12^{éq}$ d'eau.

» Dans la sixième colonne, on a calculé le poids d'eau nécessaire pour dissoudre la quantité de sulfate inscrite dans la quatrième colonne.

» Enfin dans la septième colonne se trouve la somme de l'eau fixée par l'acide et de l'eau nécessaire pour dissoudre le sel.

Expériences.	Densités.	Acide.	Sulfate.	Eau A.	Eau S.	Somme.
			Sulfate de cuivre.			
I..........	1,1435	0	18,6	0	10^{gr}	10
II..........	1,1433	4,14	17,9	0,44	9,62	10,06
III........	1,1577	14,6	19,6	1,57	8,38	9,95
IV........	1,1697	31	12,4	3,34	6,76	10,1
V..........	1,1952	54,2	8,06	5,85	4,33	10,18
VI........	1,2113	56,25	7,75	6,07	4,16	10,23
VII.......	1,2243	71,8	5	7,76	2,68	10,44
			Sulfate de cadmium.			
I..........	1,609	0	71,6	0	10^{gr}	10
II..........	1,591	3,87	70,9	0,417	9,89	10,3
III........	1,545	12,6	62,4	1,36	8,71	10,07
IV........	1,476	28,1	50,6	3,03	7,06	10,09
V..........	1,435	43,3	40,8	4,64	5,69	10,33
VI........	1,421	47,6	37,0	5,13	5,16	10,29
VII.......	1,407	53,8	32,7	5,81	4,55	10,36
VIII.......	1,379	71,5	23	7,72	3,2	10,9

» Pour les déterminations VII du sulfate de cuivre et VIII du sulfate de cadmium, la somme de l'eau s'écarte notablement de 10. Mais le sel se trouve déjà en présence de $71^{éq}$ d'acide sulfurique.

» Ces expériences sont beaucoup plus difficiles à réaliser que pour les chlorures, à cause des phénomènes de sursaturation, de la viscosité des liquides, de la fixation de l'humidité de l'air par l'acide sulfurique. Les dosages n'offrent pas non plus la simplicité et la précision des dosages de chlorures. Aussi, avant de procéder à l'analyse, a-t-on eu soin de laisser les flacons dans la glace fondante pendant cinq jours. Une deuxième détermi-

nation a été faite après un deuxième séjour de cinq fois vingt-quatre heures dans la glace (soit dix jours en tout). Ce n'est que dans les cas où les deux expériences ont donné des résultats concordants qu'on a considéré le chiffre obtenu comme exact. Ces précautions sont indispensables. Grâce à elles, j'estime que les chiffres que je donne sont exacts, à 1 pour 100 près.

» Il est également difficile de s'assurer si le phénomène a ou non la généralité de celui de la précipitation des chlorures par l'acide chlorhydrique. En effet, les sulfates alcalins et beaucoup d'autres sulfates forment avec l'acide sulfurique des sels acides. Les sulfates alcalino-terreux sont insolubles ou peu solubles dans l'eau. Il paraît cependant que ce phénomène est général; car on l'observe même pour des sels donnant des sulfates acides. La solubilité du sulfate de zinc, par exemple, est diminuée comme celle du sulfate de cuivre pour les douze premiers équivalents d'acide sulfurique; ce n'est qu'à partir de cette richesse en acide sulfurique que le sulfate acide paraît se former. Il en est de même du sulfate de magnésie et de beaucoup d'autres sulfates.

» En résumé, l'acide sulfurique paraît enlever à $12^{\text{éq}}$ d'eau la propriété d'agir comme dissolvant sur les sulfates. L'hydrate $SO^4H^2 + 12H^2O$ ne se révèle pourtant par aucune autre propriété spéciale et les phénomènes thermiques ne font pas prévoir l'existence d'un semblable hydrate défini. »

MINÉRALOGIE. — *Sur la reproduction des micas.* Note de MM. **P. Hautefeuille** et **L. Péan de Saint-Gilles**, présentée par M. Debray.

« Les fluosilicates ont été souvent utilisés dans les opérations par la voie sèche. Ajoutés, en proportion convenable, à bien des substances infusibles ou difficiles à fondre, ils donnent des scories remarquables par leur grande fluidité. La solidification de ces scories, si elle est rapide, fournit des masses entièrement vitreuses; si elle est lente, elle peut, dans certaines conditions, fournir des substances cristallisées dont la synthèse régulière n'a pas encore été faite. Nous n'aborderons pas dans toute sa généralité la description des combinaisons complexes qui peuvent cristalliser parmi ces scories, c'est-à-dire dans le milieu le plus minéralisateur que l'on ait encore étudié et le plus difficile à régler en raison même de son énergie; nous nous bornerons dans cette Note à faire connaître quelques-unes de nos expériences sur la fusion des éléments des micas avec le fluosilicate de potasse.

» Un mélange, formé de 5 parties des éléments d'un mica très ferrugineux et de 1 partie de fluosilicate de potasse, entre en fusion vers 1000° et peut perdre au rouge vif assez rapidement, sous forme de fluorure de silicium, presque tout le fluor qu'il contient.

» Lorsqu'il est encore très fluoré, ce silicate refroidi lentement fournit un verre boursouflé dont quelques cavités seulement peuvent être tapissées de cristaux. Lorsqu'il a perdu une plus forte proportion de fluor par l'action d'une température élevée, ce silicate cristallise pour ainsi dire en totalité. Les préparations réalisées dans ces conditions sont plus ou moins bulleuses : ce qui prouve que le fluorure de silicium se produit encore au sein de la masse pâteuse pendant la formation des cristaux. Lorsqu'on parvient à obtenir la température nécessaire à la cristallisation au moment précis où le silicate fondu contient de 3 à 4 pour 100 de fluor, ce silicate se transforme intégralement en une matière cristallisée et fluorée dont la composition s'écarte peu de celle du mélange employé et dont les caractères extérieurs rappellent ceux des micas.

» Les cristaux isolés se présentent sous la forme de minces paillettes hexagonales; les cristaux agrégés ont des contours polygonaux compliqués : les uns et les autres se clivent suivant la base et ce clivage facile permet d'obtenir des lames très minces à contour déchiqueté. Leur forme est pseudo-hexagonale à en juger par les stries et les macles. Entre les nicols croisés, les lames couchées parallèlement à la base se comportent comme si elles étaient rigoureusement uniaxes; quant aux lames examinées sur leur tranche, elles s'éteignent suivant leur longueur.

» Les lames minces sont polychroïques : la teinte est, en effet, très claire ou brune, suivant que les traces du clivage basique sont perpendiculaires ou parallèles au plan principal de polarisation. Les couleurs de polarisation rouges ou jaunes s'ajoutent au ton brun du polychroïsme.

» Ces cristaux sont fusibles au chalumeau et fondent en se boursouflant.

» Cette description pourrait s'appliquer, sans y changer un mot, aux micas ferrugineux des roches éruptives.

» Les espèces cristallisées obtenues par la voie sèche ressemblent donc beaucoup au mica. Souvent on peut les distinguer de ces minéraux par une densité un peu plus faible (2,6) et par deux caractères importants : une dureté plus grande, égale à celle de la fluorine; une élasticité moindre, les lamelles étant un peu rigides et cassantes. C'est ce qu'on observe sur les cristaux magnétiques obtenus en cherchant à préparer des micas très fer-

rugineux. Ainsi, des cristaux répondant, comme le mica du Vésuve, à la formule $6RO, 2R^2O^3, 9SiO^2$, ne sont plus rayés par la calcite et sont cassants dès qu'ils contiennent une forte proportion de sesquioxyde de fer. D'autres éléments exercent aussi une grande influence sur ces deux caractères. En diminuant la proportion de la magnésie, on obtient des silicates cristallisés plus durs et moins élastiques que le mica. Ils répondent alors à la formule $4RO, 2R^2O^3, 9SiO^2$, très voisine de celle qu'on assigne au chromglimmer.

» Le défaut d'élasticité des lamelles, toujours constaté sur les cristaux très ferrugineux ou très silicatés, tient quelquefois au mélange intime des cristaux avec une matière vitreuse dure et cassante. C'est ce qui arrive lorsque le lit de fusion ne contient pas une proportion suffisante de sesquioxyde. La cristallisation du silicate et la solidification sous forme vitreuse s'opèrent alors à une température si voisine qu'on obtient toujours une masse amorphe cloisonnée par des cristaux lamellaires. Ces lames, débarrassées de la matière vitreuse, sont rayées par la calcite et paraissent aussi élastiques que le mica.

» On peut faciliter la préparation de ces espèces artificielles en ajoutant au mélange fluoré environ 10 pour 100 d'arséniate de potasse. Les cristaux ne retiennent qu'une faible proportion d'arsenic, si l'on prend la précaution de faire agir l'hydrogène sur le silicate pendant qu'il cristallise. Ce gaz détermine un boursouflement et favorise la formation de géodes contenant alors des cristaux verts, bruns ou blancs dont les dimensions peuvent atteindre 2^{mm} à 3^{mm}.

» Nous analyserons dans une prochaine Note le mécanisme de la dissolution de l'hydrogène dans le silicate complexe et fluoré, et le rôle de la vapeur d'eau produite aux dépens de l'acide arsénique et du sesquioxyde de fer.

» En résumé, on peut préparer par la voie sèche des silicates cristallisés contenant de 1 à 2 pour 100 de fluor. Ces silicates peuvent être réunis au groupe des micas toutes les fois que leur composition ne s'écarte pas sensiblement de celle qui est assignée aux micas biotites ou aux micas lépidolites. »

CHIMIE. — *Observations relatives à une Note de M.* Boutroux, *concernant l'action de l'acide azotique sur le sucre;* par M. **E. Maumené.**

« M. Boutroux dit n'avoir obtenu, par l'action du sucre et de l'acide azotique, que de l'acide saccharique $C^{12}H^{10}O^{16}$ et de l'acide oxalique $C^{12}H^6O^{24}$, ou $6C^2HO^4$; il lui aurait été impossible d'obtenir l'acide hexépique $C^{12}H^{12}O^{16}$.

» Un instant d'attention suffit pour constater qu'il y a là une erreur.

» L'emploi de 1,6 d'acide azotique pour 1 de sucre ne peut, d'aucune manière, fournir une combustion aussi avancée que

$$C^{12}H^{12}O^{12} + O^6 = C^{12}H^{10}O^{16} + 2HO,$$

et à plus forte raison que celle qui donne l'acide oxalique.

» L'acide hexépique n'exige que O^4, et dans les conditions que j'ai indiquées cette quantité seule est fournie.

» L'acide hexépique peut être obtenu d'ailleurs en une troisième condition, par l'action de l'azotate de cuivre ou celle du tartrate de la liqueur Barreswil.

» Je répète que cet acide est absolument identique à celui que M. Boutroux veut appeler *oxygluconique.* »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Sur le sucrage des moûts et la fabrication des vins de sucre.* Note de MM. **D. Klein** et **E. Fréchou.**

Cette Note est le contenu d'un pli cacheté, déposé par les auteurs le 5 octobre 1885, et ouvert, sur leur demande, dans la séance de ce jour :

« Par suite de la pénurie croissante des récoltes que donne la vigne, on a été conduit à ajouter de la saccharose aux cuves de vendange, soit pour augmenter la quantité du vin, soit pour suppléer au déficit des matières fermentescibles que fournit le raisin.

» Dès l'apparition du *Peronospora* de la vigne en Europe, quelques viticulteurs, prévoyant déjà les effets désastreux que produirait ce nouveau fléau, songèrent au sucrage des moûts. Mais cette méthode, proposée par Chaptal au commencement du siècle, ne semble pas avoir été suffisamment étudiée : de nombreuses déceptions la firent bientôt abandonner.

([1]) J'ai indiqué ces deux actions p. 89 et 376 du t. I de mon *Traité du sucre.*

» Lorsqu'on ajoute à du moût trop pauvre les quantités de saccharose qu'indique la théorie pour arriver à produire le degré alcoolique nécessaire à la conservation du vin, on observe les faits suivants :

» 1° Une fermentation brusque et tumultueuse, dont la durée varie de quatre à six jours, avec tendance manifeste à l'acescense et à toutes les fermentations secondaires;

» 2° Une production d'alcool de beaucoup inférieure aux prévisions.

» Le vin ainsi produit, quelle que soit d'ailleurs sa richesse alcoolique, est toujours d'une conservation difficile.

» A quelle cause attribuer la nature de ces résultats? Est-ce aux défectuosités de la méthode employée, ou bien à l'impossibilité matérielle d'obtenir les fermentations saines qui résultent d'un moût suffisamment mûri? Cette question, d'une importance capitale pour la Viticulture, est devenue le sujet de nos recherches. Nous croyons pouvoir affirmer qu'elle est avantageusement résolue, ainsi qu'on en pourra juger par les essais auxquels nous nous sommes livrés et les résultats qui en ont été la conséquence.

» Pour le premier de ces essais, nous avons introduit, dans deux flacons A et B, 500gr d'eau contenant une même quantité de sucre, un même poids de levure, d'acide tartrique et des éléments nécessaires à la fermentation; nous avions eu le soin d'intervertir préalablement le sucre introduit dans le flacon A. Après quinze jours de fermentation, nous avons constaté les faits suivants : le liquide du flacon A était limpide et d'une légère odeur aromatique, le degré alcoolique s'élevait à 5°, 30; le flacon B, au contraire, offrait une forte odeur de vinaigre et de fermentation lactique; la quantité d'alcool était de 3°, 20.

» Dans deux flacons C et D, nous avons introduit, le 3 septembre, en nous conformant le plus possible à la pratique suivie par nos viticulteurs, 500gr de moût de Noah (vigne américaine), additionné d'une même quantité de sucre; le sucre du flacon C avait subi l'inversion. Ces liquides examinés le 20 septembre ont fourni les résultats ci-après :

» Flacon C = liquide clair, d'une odeur franche de vin, degré alcoolique 8°, 30; flacon D = liquide trouble, odeur acétique, degré alcoolique 5°.

» Une expérience faite avec du moût de Côt-Rouge a donné des résultats absolument identiques.

» Ces faits démontrent que les insuccès tenaient à la méthode suivie, et qu'il est relativement facile d'obtenir, avec une quantité d'alcool voisine de la théorie, des fermentations droites qui permettront à l'avenir de transformer des moûts de mauvaise constitution en vins de bonne qualité, très aptes à la conservation.

» Le mode opératoire appliqué à l'inversion du sucre ne souffre aucune difficulté pratique. On dissout, comme il est d'usage, dans l'eau bouil-

lante, le sucre destiné à l'amélioration du moût, en prenant la précaution d'additionner cette eau d'une certaine quantité d'acide *tartrique* ou *sulfurique*. Une ébullition de quelques instants suffit pour transformer le sucre en glycose.

» Nous avons recherché, avec le plus grand soin, quelles sont les quantités d'acide nécessaires à cette transformation. Pour l'acide sulfurique, nous avons vérifié les faits suivants, déjà connus avant nos recherches : une dose de $\frac{2}{1000}$ suffit pour intervertir presque complètement une solution à parties égales de saccharose et d'eau, après quarante-cinq minutes d'ébullition; l'inversion est complète dans le même laps de temps et dans les mêmes conditions, si l'on emploie une proportion de $\frac{3}{1000}$. Il est très aisé de se débarrasser de l'acide sulfurique, en ajoutant à la solution bouillante intervertie une faible proportion de carbonate de chaux, $\frac{5}{1000}$ à $\frac{6}{1000}$. La proportion de sulfate de chaux ainsi introduite dans le vin est insignifiante. En effet, on ajoute un maximum de 20^{kg} de sucre pour 2^{hlit} de moût, ce qui correspond à 60^{gr} d'acide sulfurique monohydraté et à $81^{gr},60$ de sulfate de chaux, c'est-à-dire $0^{gr},40$ par litre, dose parfaitement admissible.

» On peut encore, surtout pour les vins de sucre, employer l'acide tartrique comme agent d'interversion, à la dose de $\frac{1}{100}$ de la proportion de sucre; l'acide tartrique intervertit presque complètement, en une heure d'ébullition, une solution de saccharose et d'eau à parties égales : pour 20^{kg} de sucre et 2^{hlit} de moût, on introduit donc 200^{gr} d'acide tartrique, soit 1^{gr} par litre, ce qui n'augmente que très faiblement l'acidité du vin et favorise sa conservation.

» Nous rappellerons que, d'après les travaux de M. Berthelot, il est reconnu que la saccharose ne subit la fermentation alcoolique en présence du *Saccharomyces cerevisiæ* qu'après avoir subi l'inversion sous l'influence de certains éléments de la levure et que le sucre interverti fermente directement. Il ne s'agit, dans cette Note, que d'appliquer ces notions à la pratique vinicole. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Contribution à l'étude des alcaloïdes*. Note de M. **Oechsner de Coninck**, présentée par M. Berthelot.

« J'ai montré (*Comptes rendus*, 21 juin et 5 juillet 1886) que si l'on traite par la potasse, dans des conditions déterminées, les combinaisons des alcaloïdes pyridiques et quinoléiques avec les iodures de mé-

thyle, d'éthyle, etc., il se produit des réactions colorées d'une très grande sensibilité, pouvant rendre des services dans la recherche de ces bases. J'ai montré ensuite (11 octobre 1886) que la même réaction appliquée à d'autres amines, notamment aux amines aromatiques, fournit un caractère différenciel très net entre ces amines et les alcaloïdes que je viens de nommer.

» Il était intéressant de savoir si, dans des conditions identiques, la spartéine et la nicotine (considérées comme dipyridines) se comporteraient de la même manière.

» En chauffant volumes égaux de spartéine (régénérée du sulfate cristallisé), d'alcool et d'iodure d'éthyle, en tubes scellés, à 100°, pendant plusieurs heures, j'ai obtenu de belles aiguilles constituées par l'iodure d'éthyle-spartéyl-ammonium $C^{15}H^{27}(C^2H^5)Az^2I^2$, qui a été préparé pour la première fois par Mills. J'ai obtenu le dérivé méthylé correspondant, qui se présente sous la forme de beaux cristaux blancs.

» Ces deux iodures ont été dissous à chaud dans un faible excès d'alcool; les solutions n'ont pas tardé à se colorer en rose [1]. Encore chaudes, elles ont été additionnées de quelques gouttes de lessive de potasse à 45°. Il ne s'est pas produit de coloration plus foncée, même en présence d'un léger excès d'alcali. Je rappelle que, dans ces conditions, les iodométhylates, iodéthylates, etc., des alcaloïdes pyridiques et dipyridiques fournissent instantanément de belles colorations, tantôt rouges, tantôt vertes. Par ce caractère, la spartéine s'éloignerait des pyridines et des dipyridines.

» Avec la nicotine, les résultats ont été plus nets. J'ai chauffé très doucement, dans un petit matras d'essayeur, quelques grammes de nicotine (échantillon conservé en tube scellé et légèrement bruni) avec un excès d'iodure d'éthyle. La réaction est assez vive; finalement, il se forme un composé solide jaunâtre, translucide. Je l'ai dissous dans l'alcool absolu chaud. La solution alcoolique, brun foncé, a été traitée peu à peu par une lessive de potasse à 45° et chauffée au bain-marie pendant deux heures. Elle s'est colorée en rouge-grenat, puis en rouge-carmin. Dans une autre expérience, la teinte était rouge-solférino.

» Quelques centimètres cubes ont été prélevés et additionnés d'un ex-

---

(1) J'ai observé le même fait pour la solution chloroformique de spartéine libre, lorsqu'elle est abandonnée au contact de l'air. Il y a là sans doute un phénomène d'oxydation qu'il peut être utile de connaître, au cas où l'on aurait à rechercher cet alcaloïde si rare.

cès de HCl pur. Le tout a été versé dans de l'eau acidulée. On n'a observé ni changement de coloration ni traînées fluorescentes. Le lendemain, pas de fluorescence développée; mais la liqueur s'était colorée en jaune orangé.

» Cette réaction tend donc à rapprocher la nicotine des alcaloïdes pyridiques et dipyridiques. La réaction de l'iodométhylate de nicotine avec la potasse établit mieux encore cette relation importante. C'est ce que j'essayerai de montrer dans une prochaine Note. »

MÉDECINE EXPÉRIMENTALE. — *Recherches sur le mode d'action de la colchicine prise à dose thérapeutique et le mécanisme de cette action.* Note de MM. A. **Mairet** et **Combemale**, présentée par M. Charcot.

« Nos expériences ont porté sur huit hommes, trois chiens, un chat.

» Nos recherches sur les *animaux* ont eu pour but de déterminer les effets thérapeutiques de la colchicine et les doses nécessaires pour les produire. Pour cela, connaissant la dose toxique de cette substance ([1]), nous avons administré celle-ci par les voies gastrique et sous-cutanée, à des doses moindres et progressivement décroissantes.

» Par l'*ingestion stomacale*, à la dose de $0^{gr},000476$ par kilogramme du poids du corps, on note : affaissement, diminution de la température et de la fréquence de la respiration, salivation, polyurie, et quinze à seize heures après, diminution au contraire de la diurèse et diarrhée jaune, légèrement sanguinolente, avec lambeaux de muqueuse, pouvant persister cinq à six jours.

» A la dose de $0^{gr},00025$ par kilogramme, à part un peu de tristesse et d'affaissement, l'action de la colchicine se limite à la production de selles de plus en plus molles, puis diarrhéiques, apparaissant de quinze à seize heures après la prise et pouvant durer pendant vingt-quatre ou trente-six heures.

» A $0^{gr},00020$ par kilogramme et au-dessous on ne constate plus de diarrhée, mais seulement de la polyurie.

» Par la voie stomacale, les effets de la colchicine administrée à dose thérapeutique se limitent donc, suivant les doses, à des effets purgatifs ($0^{gr},00025$ par kilogramme), ou diurétiques ($0^{gr},00020$ et au-dessous); à doses plus élevées, superpurgation.

» Par la *voie hypodermique*, les effets sont les mêmes que précédemment, seulement, comme pour les effets toxiques, la quantité de colchicine injectée doit être moindre; la dose diurétique est de $0^{gr},00015$, la dose purgative de $0^{gr},00020$. A $0^{gr},00035$ on obtient déjà des phénomènes de superpurgation plus marqués qu'à la dose

---

([1]) *Comptes rendus*, 14 février 1887.

de $0^{gr},000476$ par ingestion stomacale; on note même, dans ce cas, des vomissements spumeux et sanguinolents. Autre différence, les effets purgatifs se produisent plus rapidement par la voie sous-cutanée que par la voie gastrique; ils apparaissent six à neuf heures après l'injection.

» Pour nous rendre compte du mécanisme de l'action thérapeutique de la colchicine, nous avons injecté à un chat $0^{gr},00015$ par kilogramme, et nous l'avons sacrifié dès l'apparition des premiers effets purgatifs. Les seules *lésions trouvées à l'autopsie* ont été des phénomènes irritatifs localisés au tiers supérieur de l'intestin grêle, et aux reins, de la congestion du foie, des têtes articulaires et de la moelle osseuse. C'est donc par une action irritante que la colchicine produit ses effets thérapeutiques.

» Ces premiers points établis, nous avons administré la colchicine à l'*homme sain*, en commençant par des doses faibles et en augmentant jusqu'à la purgation.

» A la dose totale de $0^{gr},002$ à $0^{gr},003$, c'est-à-dire de $0^{gr},000035$ à $0^{gr},000044$ par kilogramme du poids du corps, on constate les symptômes suivants : légère céphalalgie, fatigue musculaire, lourdeur au niveau des articulations, douleurs stomacales, gargouillement intestinal, pas de modifications ou bien élévation légère et passagère de la température et de la respiration; pouls dans les premières heures plus fréquent et plus plein; soif augmentée, mais non satisfaisante; augmentation de la quantité des urines (de 300^{gr} à 550^{gr} dans les vingt-quatre heures), surtout marquée dans les premières heures, diminution de la densité de l'urine, peu ou pas de variations dans la quantité de l'urée, légère augmentation de l'acide urique, mais dans des proportions trop faibles pour être calculée.

» A la dose de $0^{gr},005$, soit par kilogramme du poids du corps de $0^{gr},00007$ à $0^{gr},000083$, suivant les individus, apparaissent en outre, au bout de quatre à cinq heures, des selles molles, puis diarrhéiques, quatorze ou quinze heures après l'administration, jaunes, aqueuses, plus ou moins fréquentes (trois à douze); l'urine est diminuée, l'urée reste au même taux et l'acide urique est augmenté; pendant deux ou trois jours, l'excrétion urinaire reste diminuée.

» Chez l'homme donc, la colchicine, administrée à dose thérapeutique, a la même action diurétique ou purgative que chez les animaux. Seulement l'homme est plus sensible à cette action, il faut chez lui trois fois moins environ de colchicine pour produire les mêmes effets. La dose totale de $0^{gr},005$ a toujours suffi pour amener une purgation ordinaire. Mais nos recherches sur l'homme sain mettent en relief deux faits intéressants : l'augmentation de l'acide urique et la lourdeur au niveau des articulations.

» Pour préciser l'influence de la colchicine sur l'excrétion de l'acide urique, nous avons, chez deux individus arthritiques, en dehors de tout

accès, recueilli et dosé pendant six jours consécutifs l'urine rendue, puis nous leur avons donné une dose purgative de $0^{gr},005$ de colchicine. Nos deux observations étant concordantes, nous rapportons seulement l'une d'elles, en ajoutant que nous n'avons tenu compte que de l'acide urique dissous, l'acide urique spontanément déposé ayant été augmenté d'une façon très apparente.

Par vingt-quatre heures.	Eau.	Densité.	Urée pour 100.	Urée totale.	Acide urique pour 100.	Acide urique total.
Avant la prise........	1500	1020	13	19,5	$0^{gr},0686$	1,029
Après la prise........	1200	1024	11,3	13,6	$0^{gr},134$	1,608

» Quant à la lourdeur au niveau des articulations et des membres, elle nous paraît s'expliquer par les phénomènes congestifs constatés chez les animaux du côté de la moelle osseuse et des surfaces articulaires.

» En résumé, à dose thérapeutique : 1° la colchicine agit, suivant la dose, soit comme diurétique, soit comme purgatif, et cela par suite d'une action congestive et irritative sur les reins et le tube digestif.

» 2° Les effets thérapeutiques sont les mêmes, que l'on introduise cette substance par la voie sous-cutanée ou la voie stomacale; mais les effets sont plus rapides par la première et la dose nécessaire pour les produire doit être moindre. L'homme est trois fois plus sensible que le chien et le chat à l'action de la colchicine; on peut fixer chez lui à 2^{mgr} ou 3^{mgr} la dose totale pour amener la diurèse, et à 5^{mgr} la dose purgative.

» 3° La colchicine augmente l'excrétion de l'acide urique, et produit du côté des surfaces articulaires et de la moelle osseuse des congestions donnant lieu à deux ordres d'effets intéressants à rapprocher des effets purgatifs, pour rendre compte du mécanisme de l'action de cette substance dans certaines maladies, la goutte en particulier. Elle diminue la quantité d'acide urique contenue dans le sang et produit une irritation substitutive au niveau des surfaces articulaires; mais son accumulation dans l'économie et sa grande toxicité doivent rendre prudent dans son emploi. »

ZOOLOGIE. — *Nouvelles études sur l'embryogénie des Nematodes.* Note de M. **Paul Hallez**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« Dans mes *Recherches sur l'embryogénie, etc., de quelques Nématodes*, j'ai montré comment se forment les deux cellules initiales du mésoderme

que j'ai marquées par les lettres m et m'. J'ai fait voir également qu'au stade 16, ces deux cellules engendrent chacune une nouvelle cellule m_1 et m'_1 dirigées respectivement en avant de m et m'. Puis j'ai constaté là formation bien connue de deux rangées ventrales de cellules mésodermiques. Mais, à partir de ce stade, mes observations sur l'évolution du mésoderme manquaient de précision; depuis, j'ai pu réussir à suivre assez bien les transformations de ce feuillet.

» Ce sont les cellules m_1 et m'_1 qui sont le point de départ de la totalité du mésoderme.

» A mesure qu'elles se divisent, les cellules mésodermiques de nouvelle formation deviennent de plus en plus petites, tout en conservant un aspect granuleux caractéristique. Les cellules m et m', au contraire, non seulement conservent leur dimension primitive, mais semblent même s'accroître, de sorte qu'elles ne tardent pas à devenir très distinctes : ces dernières, qui sont également granuleuses, représentent l'ébauche de l'organe sexuel. Elles donnent naissance en arrière, et sur le prolongement des deux bandes mésodermiques, chacune à une cellule plus pâle et moins granuleuse. Par la nature de leur protoplasme, ces deux dernières cellules diffèrent des initiales de l'organe sexuel et des cellules mésodermiques, et se rapprochent plutôt des cellules ectodermiques. C'est pour cette raison que je suis porté à croire qu'elles n'ont pas la même valeur que les cellules m_1 et m'_1, mais qu'elles sont le point de départ du bourgeonnement hyalin qu'on retrouve, à des stades plus avancés, en arrière de l'ébauche sexuelle. Jusqu'à preuve du contraire, je les considère donc comme les initiales des parties accessoires de l'appareil reproducteur (oviductes et utérus chez les femelles, spermiductes chez les mâles). Quant aux cellules m et m', elles donnent exclusivement naissance à l'ovaire ou au testicule.

» En général, c'est après la formation des cellules pâles que, par suite du développement continu des deux rangées de cellules mésodermiques ventrales, les cellules m et m' viennent former une nouvelle strate entre le mésoderme et l'entoderme. J'ai constaté l'existence de ces deux cellules paires m et m', même chez les espèces où l'ovaire est unique, comme *Atractis dactylura*. A des stades plus avancés, on trouve, à la place des cellules m et m', un petit amas cellulaire (ovaire ou testicule) pourvu à sa partie postérieure d'un prolongement plus hyalin (parties accessoires de l'appareil reproducteur). Ces observations confirment et complètent celles de Ganin, Balbiani, Goette, etc.

» Quand les deux rangées de cellules mésodermiques ont dépassé en arrière le niveau des cellules *m* et *m'*, elles se dédoublent. J'ai observé ce dédoublement dans les genres *Atractis, Oxyuris, Oxysoma,* qui appartiennent aux Méromyaires. Le mésoderme est alors représenté par quatre bandes longitudinales, dont deux ventrales et deux à peu près dorsales, séparées l'une de l'autre par des intervalles qui correspondent aux *aires latérales* et aux *champs ventral* et *dorsal*. Ce sont ces cellules qui, en s'allongeant, forment les cellules musculaires fusiformes et striées bien décrites par Galeb. Sur l'origine du tissu à noyaux libres, que je considère comme une variété du tissu conjonctif et qui forme les quatre bandes longitudinales correspondant aux aires latérales et aux lignes dorsale et ventrales, je ne sais rien. Seulement, au début, ce tissu est formé par des cellules claires disposées bout à bout en séries. Il n'est pas douteux pour moi qu'elles proviennent des bandes mésodermiques.

» Toutes mes tentatives pour assister à la formation de l'appareil excréteur ont été vaines. J'ai cru voir seulement, à un stade correspondant à la différenciation des tissus dont je viens de parler, le pore et la vésicule qui le suit sous forme d'un cæcum ayant l'aspect d'une invagination ectodermique. Je ne crois pas qu'on puisse se baser sur cette observation défectueuse pour en conclure que les tubes latéraux ont une origine ectodermique. Dans ma pensée, ces tubes ne sont que des lacunes creusées dans l'épaisseur du tissu conjonctif des aires latérales, tissu conjonctif que j'homologue au *reticulum* conjonctif des vers plats. La zone que certains auteurs ont décrite comme paroi des tubes aquifères et qui, dans les coupes, se présente sous forme d'un anneau plus fortement coloré par le carmin que le tissu environnant n'est pour moi qu'une condensation du tissu conjonctif. Le tube lui-même n'est qu'une dépendance de la cavité générale, de même que les lacunes du *reticulum* conjonctif des vers plats. En faisant des coupes, principalement dans la région caudale, sur des individus adultes, j'ai cherché des communications entre la cavité périviscérale et les tubes excréteurs : je n'en ai pas trouvé. Les tubes latéraux semblent se perdre insensiblement au sein du tissu ambiant qui devient de plus en plus homogène et, si je puis employer cette expression, de plus en plus dilué, à mesure qu'on approche de la pointe de la queue. Je suppose que les liquides excrétés pénètrent dans les vaisseaux aquifères par osmose, et cela surtout aux deux extrémités de l'animal.

» En terminant, je ferai remarquer l'importance du stade 16, qui est formé de : 1° quatre cellules entodermiques dont l'antérieure et la posté-

rieure formeront respectivement l'intestin antérieur et l'intestin postérieur, tandis que les deux intermédiaires donneront naissance à l'intestin moyen; 2° deux cellules initiales du mésoderme; 3° deux cellules sexuelles; 4° huit cellules ectodermiques, dont la centrale, qui porte le globule polaire, est vraisemblablement le point de départ des cellules du système nerveux central. Ainsi, dès le début de la segmentation, se trouvent indiqués toutes les régions, tous les organes du nouvel être. »

ANATOMIE ANIMALE. — *Sur la lacune sanguine périnerveuse, dite* artère spinale, *chez les Scorpions, et sur l'organe glandulaire annexe.* Note de M. F. **Houssay**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« J'ai indiqué précédemment la disposition du système artériel chez les Scorpions *Androctonus bicolor* et *Buthus palmatus*, que j'avais recueillis et étudiés en Perse (1). La distribution des vaisseaux était conforme à la description donnée par M. Blanchard pour le *Scorpio occitanus*. Mais sur ces animaux relativement de grande taille j'avais pu constater un fait nouveau, à savoir l'existence d'une lacune sanguine dans l'espace compris entre la masse nerveuse céphalothoracique et sa gaine et non d'un vaisseau annulaire duquel partent des vaisseaux au long des nerfs des pattes (2). Au long de la chaîne ventrale le sang est compris entre les filets nerveux et leur gaine et forme autour de chaque ganglion une petite lacune sphérique. Bien que la partie la plus considérable de la lacune soit en effet au long de la chaîne nerveuse, sur sa face dorsale, je ne reconnaissais pas là une *artère spinale*, dont « le calibre reste le même jusqu'à » son extrémité », régnant au long de la chaîne ventrale, « y étant accolée » et maintenue par du tissu conjonctif (3) ».

» Vaisseau ou lacune? C'est ce fait, important pour l'Anatomie comparée, que j'ai voulu vérifier à nouveau sur le *Scorpio occitanus* de Banyuls (4). La masse à injection, très pénétrante, dont je me suis servi, après différents essais, est le carmin à la glycérine et à la gélatine (formule de Robin).

---

(1) *Comptes rendus* du 2 août 1886.

(2) E. Blanchard, *Organisation du Règne animal. Classe des Arachnides*, p. 77.

(3) E. Blanchard, *loc. cit.*, p. 80.

(4) Les animaux ayant servi à ce travail ont été envoyés, sur les ordres du directeur, par le laboratoire Arago.

Après une simple dissection à la loupe, il semble exister une véritable artère spinale. C'est une simple apparence. Je pris cette chaîne nerveuse injectée, je la fis durcir et j'y pratiquai des coupes perpendiculaires à son axe. Le système sanguin qui la parcourt est en réalité lacunaire.

» 1° *Lacune de la masse céphalothoracique.* — On sait que l'aorte, arrivée à la base des ganglions cérébroïdes, se bifurque et envoie deux rameaux au long des connectifs du collier œsophagien. Ces deux rameaux, extérieurs à l'enveloppe du connectif et ayant des parois propres, méritent encore le nom d'*artères*. Au point où ils atteignent l'enveloppe conjonctive de la masse ganglionnaire, leurs parois deviennent continues avec cette enveloppe; et le sang est alors déversé dans une vraie lacune périganglionnaire. A la vérité, cette lacune offre des élargissements dans les lieux décrits comme « artère annulaire » et comme « artère des pattes »; mais ces dilatations sont en continuité de cavité avec le reste de la lacune et ne présentent pas de parois propres.

» 2° *Lacune de la chaîne nerveuse.* — La plus grande partie de l'injection se trouve sur la face dorsale de la chaîne nerveuse, au milieu du tissu conjonctif sans parois différenciées. C'est cette seule partie que l'on voit par transparence et que l'on a nommée *artère spinale*. Mais il y a autre chose : de minces et irréguliers filets d'injection s'insinuent entre l'enveloppe conjonctive et le cordon nerveux, pénètrent parfois sa substance comme des coins, et même dans certains points, en particulier dans la portion abdominale de la chaîne, vont rejoindre, en entourant la partie nerveuse, une autre lacune longitudinale, située sur la face ventrale du système nerveux, diamétralement opposée à l'artère spinale et de calibre quatre fois plus petit.

» Cette dernière lacune, que l'on aperçoit difficilement de l'extérieur, avait été vue par Newport; ce qui lui avait fait dire que l'artère récurrente passait parfois sur la face ventrale du système nerveux. Ce fait avait été nié depuis.

» Donc la partie de l'appareil circulatoire en rapport avec la chaîne nerveuse, malgré son apparence extérieure de vaisseau, est une véritable lacune, aussi bien chez le *Scorpio occitanus* que chez les grandes espèces, tant par l'irrégularité de sa forme que par son absence de parois propres.

» 3° *Organe glandulaire annexe.* — Au long de la chaîne nerveuse, en rapport avec l'artère spinale, et la dissimulant parfois, on a reconnu l'existence d'un organe glandulaire de couleur blanche. M. Blanchard le signale

comme parcouru par de nombreuses et fines artérioles. Il y a même plus : si la masse est très pénétrante, cet organe prend une teinte générale toute rose. Examiné à l'état frais, il présente un aspect spongieux ; il est réuni de place en place au tissu conjonctif qui entoure la chaîne nerveuse par de minces pédicules.

» Sur les coupes faites après injection, on voit que ces pédicules sont traversés par plusieurs, généralement deux, canalicules sanguins sans parois. Le sang arrive dans la glande, y forme un riche et irrégulier réseau. Tantôt larges, tantôt très minces, ces espaces forment un système lacunaire absolument net.

» On ne sait rien du rôle de cet organe glandulaire. Ses liens étroits avec le système sanguin, son abondante circulation font songer d'abord à un organe d'excrétion, dépurateur du sang; bien que, cependant, on n'y rencontre pas de cristaux ou de concrétions, comme c'est en général le cas pour les organes de ce genre. »

ÉCONOMIE RURALE. — *Sur le développement des nématodes de la betterave, pendant les années* 1885 *et* 1886, *et sur leurs modes de propagation*. Note de M. **Aimé Girard**, présentée par M. Schlœsing.

« Au mois de novembre 1884, j'ai signalé l'apparition, dans les cultures de notre pays, des nématodes de la betterave; j'ai en même temps, cherché à éclairer les agriculteurs français sur l'importance des dégâts dont ce parasite les menace et dont il a, depuis vingt ans, donné la mesure en Allemagne et particulièrement en Saxe.

» Pendant les deux campagnes qui se sont écoulées depuis, je me suis attaché à suivre le développement des nématodes a travers nos champs de betteraves, à mesurer l'étendue du mal qu'ils nous peuvent faire, à rechercher quels en sont les modes de propagation, à combiner enfin un procédé qui permette d'en arrêter la marche, sinon quand elle est dans son plein, du moins à ses débuts.

» Depuis 1884, les nématodes ont continué à se répandre dans nos cultures, mais la marche en a été lente.

» En 1885 et 1886, j'ai constaté leur présence sur des betteraves provenant de plus de vingt localités différentes, de l'Oise, de Seine-et-Oise et particulièrement de l'Aisne. Dans le Nord également, la présence des parasites a été reconnue sur divers points.

» Pour donner une idée de la marche lente, mais régulière du mal, il me suffira de dire que, sur la ferme de Gonesse, exploitée par M. S. Tétard, on ne comptait, en 1884, qu'une grande tache de 10^a à 32^a, et quelques autres plus petites; qu'en 1885, 2^{ha} ou 3^{ha} avaient reçu la visite des nématodes; qu'en 1886, 10^{ha} au moins étaient ravagés par eux.

» Les caractères extérieurs des sujets attaqués ont présenté, pendant ces trois campagnes, des différences sensibles; toujours, il est vrai, c'est par taches circulaires que le dépérissement des betteraves s'est accusé; mais, tandis qu'en 1884, à ce dépérissement on avait vu correspondre la mort complète des feuilles, en 1885 et 1886, on a vu, au contraire, les feuilles, quoique languissantes, survivre à l'attaque du parasite.

» Déjà, en 1884, j'ai montré quelle est l'influence exercée par le développement de celui-ci sur le poids et sur la richesse des betteraves; aux résultats que j'ai déjà fait connaître, j'ajouterai quelques résultats nouveaux.

» En 1885, M. Fernand Tétard a soumis à un examen comparatif très soigné des lots de betteraves, les unes saines, les autres nématodées, arrachées sur quatre pièces différentes de la ferme de Gonesse; la pesée et l'analyse de ces lots lui ont fourni les chiffres suivants :

	Poids moyen.		Sucre pour 100 de la betterave.		Sucre par sujet.	
	Saines.	Nématodées.	Saines.	Nématodées.	Saines.	Nématodées.
	kil	kil			gr	gr
Pièce nº 1......	0,357	0,228	13,04	12,02	46	27
» nº 2......	0,625	0,300	12,24	11,17	76	33
» nº 3......	0,500	0,285	12,37	10,11	61	29
» nº 4......	0,450	0,200	11,96	8,76	54	17

» Parmi les analyses nombreuses qu'en 1886 j'ai faites de mon côté, je me contenterai de citer les suivantes : à Gonesse, des betteraves d'une richesse normale de 13 à 14 pour 100 sont tombées, du fait du développement des nématodes, à 10,65 — 7,32 et 5,69 pour 100, tandis que leur poids s'abaissait à 250 et même à 50^{gr}; à Quessy (Aisne), des betteraves, aussi riches au moins, sont tombées à 10,72 et 8,37; sur mes carrés d'essais enfin, à Joinville, j'ai vu la richesse s'abaisser à 3,61 pour 100.

» La constatation de désastres aussi grands devait, naturellement, m'engager à rechercher les voies par lesquelles les nématodes se propagent. On en connaissait déjà plusieurs sur lesquelles M. le Professeur Kuehn a depuis longtemps insisté. C'est d'abord, et avant tout, le retour aux

champs des boues provenant du lavage des betteraves; c'est ensuite l'emploi d'instruments agricoles ayant servi à la préparation de terres nématodées; mais, à ces causes de propagation, il convient certainement d'en ajouter d'autres.

» Dans ces derniers temps, on a pensé que peut-être des graines récoltées dans des régions contaminées avaient pu amener les nématodes dans d'autres régions; l'examen que j'ai fait de graines ayant certainement cette origine me porte à croire cependant que rien n'est à craindre de ce chef.

» Mais j'ai, de mon côté, découvert un mode de propagation inattendu sur lequel je dois appeler l'attention. Celui-ci résulte de l'emploi de fumiers provenant d'animaux nourris avec des pulpes de betteraves nématodées; les nématodes, en effet, peuvent impunément traverser l'appareil digestif de ces animaux.

» Pour le démontrer, j'ai, à deux reprises différentes, nourri pendant huit jours des moutons à l'aide de débris de betteraves nématodées. Les déjections de ces moutons ont été ensuite étudiées au microscope. J'y ai retrouvé un grand nombre de nématodes mères dont les unes coupées par la dent de l'animal doivent être sans danger, dont les autres saines et bien entières se montraient pleines d'œufs prêts à s'ouvrir; à trois reprises même j'ai pu, sous l'objectif, voir ces mères mettre en liberté de petites anguillules vivantes et agiles.

» Les circonstances ne m'ont pas permis de soumettre de grands animaux, bœufs et vaches, à la même expérimentation; mais l'essai précédent suffit, je crois, à montrer le danger que présente l'emploi, par la culture, de fumiers provenant d'animaux nourris de pulpes nématodées. J'ajoute, cependant, que si ces pulpes proviennent de la diffusion ou de tout autre procédé dans lequel intervient une chaleur de 70° à 80°, le danger disparaît. M. Kuehn a démontré, en effet, qu'à 60° tous les nématodes sont tués.

» Désireux de donner aux faits que j'avais ainsi observés la sanction de la pratique, j'ai semé des betteraves en pots dans un sable vierge, pris à la carrière, puis additionné d'une petite quantité de déjections nématodées, et j'ai pu, dans ces conditions, au bout de quatre mois, retrouver près des maigres racines que ce semis m'avait fournies des nématodes de formation nouvelle, en petit nombre, il est vrai, mais en nombre suffisant cependant pour qu'aucun doute ne subsiste sur la réalité de ce mode de propagation.

» Quelle que soit d'ailleurs l'origine de cette propagation, j'exposerai prochainement les tentatives que j'ai faites pour l'entraver et les résultats satisfaisants que j'ai obtenus dans cette voie. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *De la formation du bois* gras *dans le Sapin et l'Épicéa*. Note de M. Émile Mer, présentée par M. Duchartre.

« Le bois de Sapin et d'Épicéa s'infiltre assez fréquemment de résine. Il devient alors très dur, se coupe comme de la corne et acquiert un aspect spécial qui lui a fait donner le nom de bois *gras*.

» Cette imprégnation est due soit à des causes d'ordre physiologique, généralement à des entraves se produisant spontanément dans la marche normale de la végétation, soit à des lésions accidentelles occasionnées le plus souvent par l'homme.

» α. Le bois *rouge*, ainsi que je l'ai fait remarquer (¹), renferme souvent, dans l'intérieur de ses trachéides, des amas de résine incolore ou ambrée. C'est déjà un commencement d'imprégnation par la résine. Aussi est-ce toujours dans le bois rouge que prend naissance le bois gras. Mais celui-ci n'acquiert l'aspect qui le caractérise que lorsque l'imprégnation a envahi les parois des trachéides. Ces parois paraissent alors granuleuses ou finement striées. Leurs contours sont presque effacés. Il existe donc trois stades dans la formation du bois gras : épaississement des trachéides, remplissage de ces éléments par la résine, enfin infiltration de leur membrane.

» Le bois gras s'observe rarement dans le tronc; il est plus fréquent dans les branches, mais il y est le plus souvent limité au voisinage de leur insertion. Dès qu'une branche de Sapin atteint l'âge de huit à dix ans, on voit apparaître dans cette région, au sein du tissu lignifié qui environne la moelle, une zone brune, à contours irréguliers mais très nets, développée surtout à la face inférieure de l'organe. Cette zone s'agrandit ensuite d'autant plus rapidement que le rameau est plus chargé de feuilles. C'est ainsi que, sur les fortes branches des arbres de lisière, elle s'étend de la moelle à l'écorce. Mais elle diminue rapidement d'épaisseur en s'éloignant du tronc pour se terminer en pointe à une distance de $0^{m},10$ à $0^{m},20$ de ce dernier. Sur les rameaux vigoureux on observe, en outre, des taches semblables dans le voisinage de leur insertion les uns sur les autres.

» Les branches d'Épicéa renferment plus rarement du bois *gras* que celles de Sapin. Presque toujours, même quand elles sont vigoureuses, on n'y observe que du bois rouge. Cependant, dans certains cas où la nu-

---

(¹) Voir *Comptes rendus*, t. CIV, p. 376.

trition devient exceptionnellement active, lorsque, par exemple, un rameau se redresse pour remplacer la cime brisée, du bois gras se développe à sa base.

» L'imprégnation du bois par la résine, telle qu'elle vient d'être décrite, est bien un acte physiologique qui a la relation la plus étroite avec la nutrition. Elle se produit, en effet, de même que le bois rouge et par une exagération des circonstances dans lesquelles celui-ci prend naissance, lorsque le développement d'un tissu ne correspond plus à la quantité de nourriture qui lui arrive. C'est toujours en effet quand la croissance des trachéides est achevée que la résine commence à apparaître à l'intérieur de ces éléments d'abord, puis dans leur membrane. Ce dépôt s'effectue principalement dans les régions de la plante, telles que le voisinage des nœuds, où l'accumulation de réserve alimentaire est le plus prononcée et, en même temps, le développement des tissus le plus entravé.

» On remarque parfois dans les branches de Sapin des lambeaux de parenchyne ligneux intercalés aux trachéides, principalement à la limite externe des accroissements annuels. Ce parenchyme, dû à l'épanouissement des rayons, est formé, comme ceux-ci, de cellules à parois épaisses et ponctuées, gorgées d'amidon et de résine. On sait que normalement ce tissu fait défaut dans le bois des Conifères. Il y a eu là, sans doute, un obstacle à la marche normale du développement; il en est résulté une accumulation d'amidon et la multiplication des cellules radiales.

» Un cas analogue se présente quand la zone génératrice du tronc englobe dans ses accroissements une branche morte. Au voisinage de cette branche, les jeunes tissus de cette zone, gênés dans leur développement par cet obstacle, se contournent. Mais, au lieu d'être constitués comme le bois environnant, ils sont presque exclusivement formés de cellules radiales qui ont acquis des proportions inusitées.

» Ici encore ce tissu anormal est rempli de résine et d'amidon. C'est donc du bois gras qui se constitue autour de la branche morte.

» Lorsqu'il se produit des fentes dans l'intérieur du bois, les tissus environnants s'imprègnent de résine et acquièrent une teinte orangée ou brune. Il se forme ainsi des îlots de bois gras. On ne saurait attribuer ce résultat à un épanchement de résine hors des canaux qui la contiennent, puisqu'il se produit dans le Sapin où ces réservoirs n'existent pas. Il est dû à une cause plus intime. On remarque en effet que les cellules radiales voisines sont remplies d'amidon, qu'elles se sont multipliées et ont donné naissance à un tissu cicatriciel tapissant les lèvres de la fente. Ces cellules, semblables à celles qui constituent les rayons, sans toutefois être alignées,

sont ponctuées comme elles, mais plus grandes, irrégulières, à parois plus épaisses et renferment des globules résineux, des blocs de résine ambrée et de nombreux grains d'amidon. Ce cas se remarque principalement dans les tissus qui sont le siège d'une nutrition active, dans les tumeurs, entre autres dans celle qui est connue sous le nom de *Chaudron*.

» Les faits précédents montrent qu'il existe entre l'amidon et la résine une relation intime qui est rendue encore plus manifeste par l'observation suivante. Les rayons qui traversent l'aubier du Sapin ne renferment dans leurs cellules que des grains amylacés nombreux et volumineux, mais pas trace de résine. . . . .

» Dans ceux du cœur, au contraire, l'amidon est remplacé par des granules, des blocs et des globules de résine ambrée. Mais il existe une zone mince de passage où ces deux substances se rencontrent dans des cellules voisines et souvent dans la même cellule. On y trouve aussi quelques gouttelettes de résine liquide. D'autre part, les rayons, dès qu'ils pénètrent dans le liber, renferment de la résine, soit associée à de l'amidon, soit le plus souvent seule.

» β. Il y a aussi formation de bois gras par imprégnation de résine au contact d'un écoulement voisin. Ainsi, dans les points où l'écorce se trouve soulevée, la résine s'échappe des rayons de liber, s'épanche à la surface du bois dénudé et y pénètre par imbibition jusqu'à une assez grande profondeur. Mais ce bois présente au microscope un aspect différent de celui qui a été décrit plus haut. Ce n'est plus seulement dans les parois et la lumière des trachéides que la résine s'amasse : elle s'accumule encore dans les méats et lacunes sous forme de gros globules qui empâtent tous les éléments et en rendent la configuration très confuse, parfois même indiscernable. C'est ce qui arrive encore quand, après la suppression d'une branche, il se produit un suintement de résine par les lèvres de l'écorce. La surface de section se trouve ainsi imbibée mécaniquement.

» Un même tissu peut être transformé en bois gras par les deux procédés. C'est ce qui arrive pour les branches mortes qui persistent sur l'arbre. Après avoir été imprégnées de résine pendant leur vie, selon le processus physiologique que j'ai décrit, elles reçoivent pendant leur dépérissement et après la mort une seconde imprégnation due à la résine qui s'écoule à la face interne de l'écorce par suite de son décollement. Ce dépôt ne s'effectue généralement que sur une épaisseur assez faible. Quand les branches viennent plus tard à être englobées dans le bois de nouvelle formation, elles sont infiltrées une troisième fois au contact des jeunes tissus qui les enserrent et qui sont eux-mêmes imbibés de résine, ainsi que je l'ai expliqué. Par suite de ces imprégnations successives, ces branches finissent par acquérir une teinte brun foncé, presque noire. Ce

sont elles qui forment les *nœuds noirs* si fréquents et si préjudiciables dans les planches de sapin. »

GÉOLOGIE. — *Sur les oscillations qui se sont produites pendant la période primaire dans le bassin de Laval.* Note de M. **D. Œhlert**, présentée par M. Hébert.

« L'étude des dépôts paléozoïques aux environs de Laval montre que, dans cette région, une sédimentation ininterrompue, sans oscillations appréciables du sol, a eu lieu depuis la base du silurien jusqu'aux premiers dépôts du dévonien inférieur, et que, par une série de transitions insensibles, on passe du grès armoricain aux schistes à *Calymene Tristani* et à *Trinucleus ornatus*, puis au grès et aux ampélites du silurien supérieur, et que, de cette assise à la base du dévonien, les schistes à *Bolbozoe*, les schistes et quartzites de Plougastel et les grès à Orthocères et à *Orthis Monnieri* forment une série continue.

» Après ces sédiments, de premières rides parallèles, orientées nord-ouest-sud-est, se sont déjà formées, donnant naissance à une série de dépressions peu accusées, dans lesquelles se sont déposés les schistes et les calcaires à *Athyris undata*, dont la faune est bien connue, et enfin des dépôts de plus en plus restreints, représentés par des couches de schistes avec des nodules calcaires renfermant une faune spéciale, caractérisée par *Phacops Potieri*, *Loxonema Hennahiana*, *Rhynchonella Orbignyana*, *Bifida lepida*, *Nucleospira lens*, *Merista plebeia*, *Calceola sandalina*, etc., espèces qui, pour la plupart, se trouvent dans le dévonien moyen, mais qui, par leur mélange avec d'autres formes caractéristiques des couches sous-jacentes, indiquent une faune de passage entre le dévonien inférieur et le dévonien moyen, comparable à celle de la grauwacke de Hierges.

» A la fin de la période dévonienne, il se produit un émergement du sol correspondant à la lacune du dévonien moyen et supérieur, les plis s'accentuent et le grès à *Orthis Monnieri* forme alors des crêtes qui sont souvent brisées par des failles, avec des rejets parfois considérables.

» A l'époque carbonifère, par suite d'une oscillation descendante, la mer envahit de nouveau cette région et vient battre les falaises du grès dévonien ; c'est à ce moment que se remplit la grande dépression correspondant au bassin de Laval, en même temps que sur certains points, notamment à Changé, Louverné, Argentré, au nord de Laval, et à Lhuisserie au

sud, les eaux, profitant des fractures produites dans les crêtes de grès, envahissent la région dévonienne, amenant ainsi une transgressivité et une discordance entre les dépôts inférieurs du carbonifère et les différentes assises de la série dévonienne. Ces fiords sont remplis exclusivement par les couches inférieures du carbonifère, schistes, grès grossiers et poudingues avec anthracite, ayant un faciès détritique et indiquant des dépôts littoraux dont les éléments sont empruntés aux diverses roches du dévonien.

» Par suite d'un exhaussement continuel du sol, les dépôts suivants occupent seulement le centre du bassin de Laval : ce sont des calcaires noirs à *Productus giganteus*, dans lesquels j'ai trouvé plus de cinquante espèces appartenant à la faune de Visé, qui supportent des schistes, des phtanites et des grès avec traces charbonneuses, représentant sans doute les couches d'anthracite de Poillé (Sarthe), signalées par M. de Verneuil au-dessus du calcaire de Sablé. Enfin, des grauwackes renfermant une faune analogue au calcaire sous-jacent, des calcaires amygdaloïdes, souvent colorés en rouge et en vert, et des schistes argileux, forment un ensemble (calcaires et schistes de Laval) qui peut être assimilé au houiller inférieur proprement dit. C'est sur ces couches, relevées verticalement, que se sont déposés, en stratification discordante, les bancs de Saint-Pierre-la-Cour qui appartiennent au houiller supérieur.

» Contrairement aux faits observés dans la région ardennaise, dont la sédimentation est interrompue entre le silurien et le dévonien, tandis qu'elle est continue entre ce dernier terrain et le carbonifère, dans l'ouest de la France, les mouvements du sol ont lieu principalement entre le dévonien inférieur et le carbonifère inférieur.

» L'éruption des diabases, qui forment des filons si nettement caractérisés dans les régions granitiques et dans les schistes cambriens, et que l'on voit intercalés au milieu des schistes et des quartzites de la base du dévonien inférieur, paraît avoir profité des dislocations qui ont eu lieu entre le dévonien et le commencement du carbonifère, à la base duquel se trouvent, en effet, de nombreux pointements de ces roches. La période carbonifère débute par des éruptions porphyriques, avec tufs et phénomènes de métamorphisme particuliers; enfin l'apparition des orthophyres semble correspondre aux derniers mouvements qui se sont produits entre le houiller inférieur et le houiller supérieur. »

GÉOLOGIE. — *Sur la constitution géologique de la Montagne-Noire.* Note de M. J. **Bergeron**, présentée par M. Hébert.

« La région désignée sous le nom de *Montagne-Noire* forme un massif qui s'étend, sur une longueur d'environ 100^{km}, de Castelnaudary à Lodève. Au point de vue géologique, on peut la considérer comme constituée par un pli anticlinal de gneiss, orienté suivant une direction N. 60° E., sur les versants duquel se trouve la série paléozoïque, mais inégalement développée.

» Du côté de Castelnaudary, ce massif ancien plonge vers le nord-ouest, sous les calcaires lacustres et les marnes de l'éocène supérieur; vers le sud, il plonge sous les grès à *Lophiodon*, sous les calcaires nummulitiques de l'éocène, ainsi que sous les marnes et calcaires d'eau douce du terrain crétacé supérieur. Dans toute la région comprise entre Castres, Castelnaudary et Mas-Cabardes, il n'est constitué que par des gneiss affectés de quelques plis anticlinaux et synclinaux dont la direction est celle de la masse même de gneiss. Dans les plis synclinaux, sont pincés des lambeaux de micaschistes, de schistes à minéraux et de calcaires saccharoïdes. Ces lambeaux sont généralement limités par des failles ayant une direction N. 30° O.; ils forment dans cette partie de la Montagne-Noire une série d'îlots ou de bandes. On retrouve également de ces lambeaux dans tout le massif gneissique, mais ils ont des dimensions bien moindres que du côté de Castelnaudary et ils sont tout à fait isolés.

» Les terrains paléozoïques n'occupent que les bords de ce massif. Sur le versant nord-ouest, ils n'apparaissent que vers le village de Boissezon; jusque-là ce sont les marnes et calcaires d'eau douce de l'éocène supérieur qui sont en contact avec le gneiss. Ce versant ne présente comme dépôts anciens que des calcaires saccharoïdes et des schistes à minéraux; des schistes sans fossiles, très compacts, qui pourraient correspondre au silurien inférieur; des schistes argileux où j'ai trouvé quelques débris de *Barrandia* et d'*Asaphus* et qui correspondent au silurien moyen; des calcaires noirs dont les assises inférieures sont riches en Orthocères caractéristiques du silurien supérieur de Bohême; enfin des dolomies non fossilifères qui appartiennent au dévonien inférieur. Il ne semble pas que, sur ce versant, il y ait d'autres termes de la série paléozoïque.

» Ces différents terrains se trouvent en contact par faille avec le gneiss.

Le silurien supérieur présente une faible extension par rapport au silurien moyen. Le dévonien inférieur est très développé et recouvre tous les autres terrains en stratification transgressive.

» Sur ce versant nord-ouest, les seuls accidents qui affectent les dépôts dont je viens de parler sont des failles dont les plus importantes en étendue et en amplitude correspondent à la direction générale de la Montagne-Noire.

» Le versant sud-est présente un développement beaucoup plus complet de la série paléozoïque; les accidents géologiques y sont beaucoup plus variés : les failles, les plis et les renversements de couches y sont nombreux. C'est un fait général pour toute la grande bande de terrains paléozoïques s'étendant de Lastours à Lodève.

» Devant faire prochainement la comparaison des deux versants de la Montagne-Noire au point de vue paléontologique, j'attends l'intéressant travail que M. de Rouville doit faire paraître incessamment sur la région de Cabrières. Je me contenterai de signaler quelques faits relatifs à l'allure des différents horizons qu'on rencontre sur le versant sud-est.

» Le terrain dévonien s'étend de Cabrières jusqu'à Lastours, mais il n'y a guère que la partie inférieure qui soit bien développée. Les autres étages ont été enlevés par des érosions, sauf dans une grande bande, souvent interrompue par des failles, et qui correspond à un pli synclinal qui a protégé ces dépôts contre ces érosions.

» Le terrain carbonifère, qui repose indifféremment sur le terrain silurien et sur tous les étages du terrain dévonien ([1]), s'étend de Cabrières jusqu'à l'ouest de Fabrègues; il se compose toujours d'un niveau inférieur constitué par des grès à végétaux et des conglomérats, et d'un calcaire bleu foncé à *Productus giganteus* qui forme l'étage supérieur.

» Le terrain houiller est encore plus réduit : il se voit depuis Cabrières jusqu'à Autignac et borde vers le sud-est les terrains paléozoïques; il est recouvert par le terrain permien, qui ne semble pas avoir une plus grande extension que lui.

» Toute cette série a subi de nombreuses dislocations et de nombreux plissements, qu'il serait trop long d'énumérer ici. L'accident le plus important correspond à une série de crêtes parallèles au massif central de la

---

([1]) Cette discordance entre le terrain carbonifère et le dévonien inférieur a été déjà signalée par M. Œhlert, dans la Mayenne (*Bull. Soc. géol.*, 3e série, t. XIV, p. 527).

Montagne-Noire. L'allure des couches qui constituent ces crêtes ne peut guère se comparer qu'à un rebroussement résultant d'une action normale à la chaîne principale, c'est-à-dire ayant une direction sud-est, et d'une réaction de direction contraire. Les couches, au lieu de se coucher suivant la direction de la force qui venait du sud-est, éprouvant une résistance du côté du massif ancien, ont dû se redresser, puisqu'elles ne pouvaient chevaucher les unes sur les autres. De là, formation de cette série de crêtes, si particulière à la région. Sur le versant méridional de ces crêtes, les chevauchements sont très fréquents; c'est ainsi que près de Roquessels, par exemple, les schistes du silurien moyen passent sur le terrain carbonifère.

» Vers le nord-est, le massif gneissique de la Montagne-Noire est recouvert par les micaschistes et les schistes à minéraux, sous lesquels il semble s'enfoncer. Puis la série paléozoïque commence à reparaître, mais elle est bientôt recouverte par le terrain permien, puis par le trias et le jurassique. Parfois même, des failles amènent ces derniers terrains au contact des différents termes de la série ancienne. »

M. A. **Mami** adresse, de Modène (Italie), une Note sur les lois de Kepler.

M. G. **Lévêque** adresse une Note sur la chaleur du Soleil.

M. L. **Hoctsch** adresse une Note relative à la production des sons, par la voix ou par les instruments.

La séance est levée à 5 heures. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 14 février 1887.

Histoire des Sciences mathématiques et physiques; par M. Maximilien Marie. Tome X : *De Laplace à Fourier*. Paris, Gauthier-Villars, 1887; vol. pet. in-8°.

Observations des comètes faites à l'équatorial de Gambey de l'Observatoire de

Paris, de 1835 *à* 1855. *Réductions; par* M. J. Bossert; br. in-4°. (Présentée par M. Mouchez.)

Cure radicale des hernies; par le Dr Just Lucas-Championnière. Paris, Delahaye et Lecrosnier, 1887; vol.in-8°. (Présenté par M. Richet.)

Le charbon symptomatique du bœuf. Pathogénie et inoculations préventives; par MM. Arloing, Cornevin et Thomas; 2e édition. Paris, Asselin et Houzeau, 1887; vol. in-8°.

Étude pratique sur les cicatrices vaccinales; par le Dr Paul Lalagade. Albi, Henri Amalric, 1887; br. in-8°. (Renvoi au concours Montyon, Médecine et Chirurgie.)

Collection de Mémoires relatifs à la Physique, publiés par la Société française de Physique; Tome III. *Mémoires sur l'Électrodynamique;* 2e Partie. Paris, Gauthier-Villars, 1887; vol. gr. in-8°. (Présenté par M. Wolf).

La solution du problème des températures; par M. Félix Lucas. Paris, Gauthier-Villars, 1887; br. gr. in-8°. (Présentée par M. Cornu.)

Recherches expérimentales sur l'emploi des enveloppes de vapeur et du fonctionnement compound dans les locomotives, effectuées sur les chemins de fer Sud-Ouest russes; par A. Borodine. Paris, Baudry et Cie, 1887; br. in-8°.

Cours complet de Viticulture; par G. Foëx. Montpellier, Camille Coulet; Paris, G. Masson, 1886; vol. in-8°. (Présenté par M. Duchartre.)

Notice sur le dermométrisme de la force vitale médicatrice. Méthode du Dr Collongues. Nice, 1887; br. in-12 (3 exemplaires).

Quelques mots sur la transparence du platine et des miroirs de fer, nickel, cobalt, obtenue par électrolyse; par Edmond van Aubel. Bruxelles, F. Hayez, 1886; br. in-8°.

L'œuvre scientifique de Paul Bert; par le Dr Edgar Bérillon. Paris, Picard-Bernheim; et Auxerre, Georges Rouille, 1887; vol. in-12.

Paléontologie française ou description des fossiles de la France. 1re série : *Animaux invertébrés.* Livraison 8, janvier 1887. Paris, G. Masson; br. in-8°. (Présentée par M. Hébert).

Repertorium der Physik, herausgegeben von Dr F. Exner. München und Leipzig, 1887; br. in-8°.

Meteorological observations at stations of the second order, for the year 1882. London, 1887; br. in-4°.

Hourly readings, 1883; Part IV, october to december. London, 1886; br. in-4°.

L'omologia nello spazio e la costruzione delle immagini negli strumenti o

sistemi ottici in generale. Memoria dell'ing. Dr STANISLAO VECCHI. Parma, Rossi-Ubaldi, 1886; br. in-4°.

A proposito di una discussione sollevata da una osservazione del P. Secchi relativa alle immagini nei cannocchiali. Memoria dell'ing. Dr STANISLAO VECCHI. Parma, Rossi Ubaldi, 1886; br. in-4°.

Memorie della Società degli Spettroscopisti italiani, raccolte e pubblicate per cura del Prof. P. TACCHINI. Roma, Eredi Botta, 1887; br. in-4°.

ERRATA.

(Séance du 14 février 1887.)

Page 402, Nominations, ligne 8 en remontant, *lisez* M. *Chauveau*, nommé Membre titulaire dans la Section d'Économie rurale.

Page 418, ligne 20, *au lieu de* $F(\cos\theta)$, *lisez* $F^2(\cos\theta)$.

» » 23, *lisez* $x = \frac{\rho_1 - \rho_2}{2}\left[(\theta - M\varphi)\cos\theta - \int \frac{2F(\cos\theta)}{\sin^3\theta}d\theta + L\varphi\right]$.

» » 29, *lisez* $\rho_1 + \rho_2 = (\rho_1 - \rho_2)\left[\frac{F(\cos\theta)}{\sin^2\theta} + \theta - M\varphi\right]$.

Page 419, ligne 15, *au lieu de* $u_p = 0$, *lisez* $u_p = 1$.